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

**Morfogênese e análise de crescimento de três capins tropicais em resposta à
frequência de desfolhação**

Ana Flávia Gouveia de Faria

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

**Piracicaba
2014**

Ana Flávia Gouveia de Faria
Zootecnista

**Morfogênese e análise de crescimento de três capins tropicais em resposta à
frequência de desfolhação**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

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

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

**Piracicaba
2014**

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

Faria, Ana Flávia Gouveia de

Morfogênese e análise de crescimento de três capins tropicais em resposta à frequência de desfolhação / Ana Flávia Gouveia de Faria. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.
69 p: il.

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

1. Análise de crescimento 2. Morfogênese 3. Fisiologia de plantas forrageiras
4. Manejo de pastagem I. Título

CDD 633.2
F224m

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

Dedico

Aos meus queridos pais, Célia e Luíz, pelo apoio e carinho

A minha irmã, Lelly pelo carinho e companheirismo

Ao meu namorado e companheiro, Thiago pelo carinho, apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar comigo me dando coragem e força para enfrentar e superar os desafios e obstáculos.

À Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz pela oportunidade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa.

Ao Professor Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira, pela oportunidade, orientação, incentivo, dedicação, paciência, e, principalmente, pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens que de alguma forma contribuíram para a minha formação profissional.

Ao Professor Dr. Lynn E. Sollenberger pela orientação, incentivo e contribuição durante o estágio de pesquisa no exterior.

À Professora Dr. Sônia Piedade pelas dicas e ajuda na análise estatística.

Aos colegas do grupo de pesquisa em pastagem (GP²), Aliedson Ferreira, Valdson Silva, Débora Basto, Diego Pequeno, Damião Nguluve, Liliane Silva, Davi Aquino, Ianê Almeida, Marcos Carvalho, Murilo Guimarães, Márcio Lara, Júnior Yasuoka e Marcel Alonso, pela convivência, troca de experiências, conhecimentos e pela valiosa colaboração e disposição durante o experimento de campo.

A todos os estagiários do grupo de pesquisa em pastagem (GP²) pela colaboração nas atividades de campo e laboratório, Kraxá, Mafalda, Kçilds, Baiano, Goretti, Maristela, Taiada, Bidê, Peilídio e aos demais estagiários que de alguma forma contribuíram para que fosse possível a finalização do projeto.

Aos demais colegas de laboratório Eliana, Adenilson, José Acácio, Laís, Lilian, Cléo, Lucas, Guilherme, Steben, Jacqueline, Tatiane Belloni e Stéphanie pela convivência agradável e momentos de descontração.

Aos colegas da Universidade da Flórida pela convivência, troca de experiências e momentos de descontração, Aliedson, Diego, Pedro, Marcelo, Kim, Daniel, Leonardo, Pamela, Guto, Ester, Danilo, Rose, Richard, Carla, Giuliano, Edilene, Roberto, Bete, Marta, Verona, Esteban, Ashley, Karina e Angela.

Ao Diego Noleto pela ótima convivência, conhecimentos transmitidos, ajuda em todas as etapas deste doutorado, e pela grande amizade. Ao Aliedson Sampaio e Valdson Silva pela convivência, apoio, ajuda e pela amizade que também levarei para a vida.

À família Oliver, Elliot e a todos os membros da igreja Living Faith Fellowship de Gainesville pela amizade, convivência e por ter me acolhido.

Aos professores e amigos Mara Cristina Pessôa da Cruz, Manoel Evaristo Ferreira, Antonio Clementino dos Santos, Patrícia Sarmiento e Fábio Prudêncio que mesmo de longe continuaram me acompanhando e auxiliando durante os bons momentos e nos momentos mais difíceis para que esta etapa fosse concluída. Meu sincero agradecimento pelo apoio e amizade.

À minha família, em especial aos meus pais Célia e Luíz, e minha irmã e cunhado Lelly e Luiz Gustavo pelo carinho, amor e apoio incondicional que me deu força e determinação para continuar em momentos mais difíceis e sorriram e comemoraram comigo quando os momentos foram de alegria.

Ao meu amigo, confiante, amor e companheiro Thiago Martins que faz a minha vida mais feliz e está por trás de tudo que tem dado certo nela. Sem seu apoio e sua ajuda com certeza eu não teria conseguido, portanto este título também é seu Thiago, obrigada por me ajudar a consegui-lo!

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
INTRODUÇÃO.....	13
Objetivo	17
Referências	17
2 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE DUAS BRACHIARIAS SP. E TIFTON 85 A DUAS FREQUÊNCIAS DE CORTE	21
Resumo	21
Abstract.....	22
2.1 Introdução	23
2.2 Material e métodos	24
2.3 Resultados e discussão.....	28
2.3.1 Índice de área foliar	28
2.3.2 Taxa de crescimento de cultura	29
2.3.3 Taxa de assimilação líquida.....	31
2.3.4 Razão de peso foliar	32
2.3.5 Razão de área foliar	33
2.3.6 Taxa de crescimento relativo	35
2.4 Conclusões.....	36
Referências	37
3 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE DUAS <i>Brachiaria</i> sp. À FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO	41
Resumo	41
Abstract.....	42
3.1 Introdução	42
3.2 Material e métodos	44
3.3 Resultados e Discussão.....	48
3.3.1 Taxa de aparecimento de folhas	48

3.3.2 Filocrono	50
3.3.3 Taxa de alongamento de folhas.....	51
3.3.4 Densidade populacional de perfilhos	53
3.3.5 Número de folhas vivas.....	55
3.3.6 Taxa de alongamento de colmo	57
3.3.7 Taxa de senescência	58
3.4 Conclusões	59
Referências.....	60

RESUMO

Morfogênese e análise de crescimento de três capins tropicais em resposta à frequência de desfolhação

Para que o potencial de cultivares comumente usados como o Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) RD Webster [syn. *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf]; CIAT 6297}, com alta produção como o Tifton 85 (*Cynodon* spp.), e recentemente lançados como o Mulato II (Convert HD 364[®]) (*Brachiaria* híbrida CIAT 36061) possa ser racionalmente e intensivamente explorado é necessário entender como as frequências de corte afetam as respostas produtivas, por meio de inferências fisiológicas. O objetivo foi avaliar e descrever o efeito de duas frequências (28 e 42 dias) sobre as características de análise de crescimento do Mulato II, Marandu, e Tifton 85, e características morfogênicas do Mulato II e Marandu. O experimento foi conduzido em Piracicaba, SP, o delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com quatro repetições. As respostas incluíram índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento de cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), razão de área foliar (RAF) e razão de peso foliar (RPF), filocrono, número de folhas vivas por perfilho (NFV), taxa de alongamento de folhas (TALF) e de colmos (TALC), taxa de aparecimento de folhas (TAPF), densidade populacional de perfilhos (DPP) e taxa de senescência de folhas (TSF). A TCC foi igual para o Mulato II e Tifton 85 mas a RPF foi maior para o Mulato II. O Tifton 85 com menor IAF residual apresentou altos valores de TAL e resultados semelhantes ao Mulato II de TCC. A TAPF e TALF foram maiores no Marandu do que no Mulato II. O filocrono foi maior no Mulato II comparado ao Marandu. Houve interação frequência x ano para o filocrono, e aos 28 dias o menor filocrono foi no primeiro ano, e com 42 dias não houve diferença entre os dois anos. A TALF, TALC e TSF foram maiores com 42 dias. Houve interação frequência x ano e capim x frequência no NFV. Este foi maior no primeiro ano com 28 e 42 dias, e aos 42 dias nos dois anos. O NFV foi igual no Marandu e Mulato II com 28 dias e maior no Marandu com 42 dias. Tanto o Marandu quanto o Mulato II tiveram maior NFV com 42 dias. A TCC é similar no Mulato II e no Tifton 85, mas a RPF é maior no Mulato II. O Tifton 85 teve menor IAF residual, mas alta TAL e TCC similar ao Mulato II. O Mulato II e o Tifton 85 utilizaram mecanismos diferentes para alcançar a mesma TCC. 28 dias é melhor pois prioriza produção de folhas. Nas características morfogênicas, o Marandu é melhor pois apresentou maiores taxas de crescimento (TAPF, TALF, NFV) e menor filocrono. Apesar do Marandu ser superior ao Mulato II isso não refletiu em maior acúmulo de forragem e valor nutritivo, devido à DPP ter sido maior no Mulato II. Houve maior TALC e TSF com 42 dias, portanto 28 dias é melhor para evitar altas TALC. Quando houver pluviosidade adequada é necessário a utilização de menor frequência (28 dias) para aumentar a eficiência de colheita da forragem.

Palavras-chave: Fisiologia de plantas forrageiras; Manejo de pastagem; Mulato II; Marandu; Tifton 85

ABSTRACT

Morphogenesis and growth analysis of three tropical grasses in response to defoliation frequency

For the potential of cultivars most commonly used as Marandu palisadegrass {*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) RD Webster [syn. *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf]; CIAT 6297}, with high forage production as Tifton 85 (*Cynodon* spp.), and grasses recently released as Mulato II (Convert HD 364[®]) (*Brachiaria* híbrid CIAT 36061) to be rationally and intensively explored it is necessary to understand how harvest frequency affects productive responses, under a physiological standpoint. The objective was to evaluate and describe the effect of harvest frequency on the growth characteristics of Mulato II, Marandu, and Tifton 85, as well as to study morphogenesis characteristics in Mulato II and Marandu. The experimental design was a randomized complete block with four replications. The trial was carried out in Piracicaba – SP. Response variables included leaf area index (LAI), crop growth rate (CGR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), leaf area ratio (LAR) and leaf weight ratio (LWR). In addition phyllocron, number of live leaves per tiller (NLL), stem (SER) and leaf elongation rate (LER), leaf appearance rate (LApR), tiller density population (TDP) and leaf senescence (LSR). Mulato II is a option to intensify and diversify pasture grasses in tropical areas due to its high LAI, CGR, LWR and LAR. CGR was similar between Mulato II and Tifton 85 but LWR was highest to Mulato II. On the other hand, Tifton 85 starts the lowest LAI but has high NAR and reaches the same CGR to Mulato II, showing also as good forage option. The LApR and LER were higher an Marandu than Mulato II. Phyllochron was higher in Mulato II compared to Marandu. There was an interaction harvest frequency x year to phyllochron, and with 28 days the lowest phyllochron was at first year, and with 42 days there was no difference between two years. The LER, SER and LSR were higher with 42 days of harvest frequency. There was interaction harvest frequencies x year and cultivars x harvest frequencies to NLL. This was higher in the first year with 28 and 42 days, and at 42 days in both years studied. NLL was equal in Marandu and Mulato II with 28 days and higher in Marandu with 42 days. Marandu and Mulato II had higher NLL with 42 days. CGR is similar in Mulato II and Tifton 85, but the LWR is highest in Mulato II. Tifton 85 had lowest residual LAI, but high NAR and CGR similar to Mulato II. Mulato II and Tifton 85 used different mechanisms to achieve the same CGR. 28 days prioritizes leaf production. In morphogenesis, Marandu is the best because it presented the highest growth rates (LApR, LER, NLL) and lowest phyllochron. Despite Marandu was better than Mulato II, it did not reflect in greater herbage accumulation and nutritive value, due greater TDP in Mulato II. There was highest SER and LSR with 42 days, so 28 days is best to avoid high SER. When there is adequate precipitation, lowest frequency (28 days) increase harvest efficiency.

Keywords: Growth analysis; Morphogenesis; Forage plants physiology; Forage management; Mulato II; Marandu; Tifton 85

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta parte considerável do seu território ocupado por pastagens. São cerca de 196 milhões de hectares de pastagens (FAO, 2013), mais da metade constituídos por pastagens cultivadas (ANUALPEC, 2009). O gênero *Brachiaria* (syn. *Urochloa*) está presente em 85% destas áreas (MOREIRA et al., 2009), e, aproximadamente 40% é representado pela espécie *Brachiaria brizantha* (BARBOSA, 2006). Entre as espécies de *Brachiaria*, o capim Marandu [*B. brizantha* (A.Rich.) Stapf cv. Marandu] é o cultivar comercial de maior importância (TRINDADE et al., 2007). O capim Marandu é caracterizado pela sua resistência à cigarrinha (*Zulia spp.* e *Deois spp.*). Tem potencial para produção de forragem sob diversas condições climáticas e regimes de utilização (TRINDADE et al., 2007), bom valor nutritivo (FLORES et al., 2008), e alta produção de sementes viáveis (NUNES et al., 1984). Há uma busca constante do setor produtivo por novos genótipos forrageiros com alto potencial para produção de forragem e potencial possuam flexibilidade de uso e manejo (NAVE et al., 2010), de forma a diversificar as pastagens no País.

O lançamento de novos cultivares de gramíneas forrageiras resulta da demanda crescente pela busca por plantas mais competitivas, que são fáceis de estabelecer, podem ser cultivadas durante todo o ano, tem resistência a pragas e doenças, e são persistentes sob uma ampla gama de métodos de manejo. Em atendimento a esta demanda, o CIAT possui um programa de melhoramento de forrageiras tropicais por meio da implementação de um projeto (“Proyecto de Forrages Tropicales”, ou Projeto de Forragens Tropicais) para o desenvolvimento de novos cultivares de *Brachiaria*. Como resultado do projeto, um híbrido chamado Mulato II foi lançado. No Brasil os direitos de comercialização pertencem à Dow AgroSciences, que comercializa o material com o nome Convert HD 364.

O capim ‘Mulato’ (*Brachiaria* hybrid CIAT 36061) foi a primeira *Brachiaria* híbrida originada do cruzamento entre capim Ruziziensis [*Brachiaria ruziziensis* (R. Germ. & C. M. Evrard)] Crins (syn. *Urochloa ruziziensis* Germain & Evrard); clone 44-6] e *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf, CIAT 6297 (INYANG et al., 2010). O capim Mulato II (Convert HD 364[®]) foi posteriormente desenvolvido a partir de três gerações de cruzamentos e seleção entre *Brachiaria ruziziensis* clone 44-6, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (ARGEL et al., 2007).

O capim Mulato II (Convert HD 364[®]) é uma forrageira perene, com hábito de crescimento semi-ereto e que se destaca por sua boa adaptação a diferentes ambientes edáficos (incluindo solos ácidos de baixa fertilidade e saturação hídrica moderada), boa

tolerância à seca, facilidade de estabelecimento por sementes, boa produção de sementes (150 a 420 kg ha⁻¹), crescimento vigoroso, alta produção de massa de alto valor nutritivo. Isso resulta em alto consumo pelos animais o que, por sua vez, se traduz em alta produção de leite e carne (ARGEL et al., 2007). A produção de forragem varia de 10 a 27 Mg MS ha⁻¹ por ano, sendo cerca de 20% na época seca (outono e inverno). Comparado com o capim Mulato I, o Mulato II tem como vantagens a boa adaptação em ampla faixa de localidades, incluindo locais com solos ácidos, de baixa fertilidade e com saturação hídrica moderada, e a resistência a várias espécies de cigarrinhas, mas susceptibilidade a fungos foliares como *Rhizoctonia solani* (ARGEL et al., 2007).

Também populares no Brasil são os capins do gênero *Cynodon*. Estes capins perfazem um dos grupos mais difundidos e utilizados em todo o mundo (HANNA; SOLENBERGER, 2007). Espécies e cultivares desse gênero têm sido largamente utilizados para produção de feno e pastejo no sudeste dos Estados Unidos devido ao elevado potencial de produção de forragem e rápido estabelecimento. Tifton 85 é considerado o melhor cultivar deste gênero (RODRIGUES et al., 1998), e tem sido utilizado no Brasil há cerca de 15 anos. Pastagens de *Cynodon* submetidas a vários anos de seca e altas taxas de lotação resultaram em baixa massa de forragem, mas sem perdas mensuráveis no estande (HILL et al., 2001).

O manejo de pastagens tropicais deve ser continuamente aprimorado para explorar o potencial produtivo das diferentes espécies forrageiras (CORSI; SANTOS, 1995), e para isso, é preciso conhecer os atributos relacionados às plantas e ao ecossistema em que elas estão inseridas. A base para este conhecimento está na compreensão das características morfológicas e fisiológicas que regem a produção de forragem, e como a comunidade de plantas responde ao manejo adotado (SILVA; PEDREIRA, 1997). O potencial de produção das espécies forrageiras é determinado geneticamente, mas para que esse potencial seja alcançado, condições adequadas de temperatura, umidade, luminosidade, disponibilidade de nutrientes e manejo devem ser observadas (FAGUNDES et al., 2005). Para que o potencial de cultivares recentemente lançados como o capim Mulato II possa ser racionalmente e intensivamente explorado, há que se entender como o manejo de desfolhação afeta as respostas produtivas por meio de inferências fisiológicas a partir de medidas morfológicas.

Após a desfolhação, o acúmulo de forragem é resultado da síntese de novos tecidos, principalmente foliares, definida como crescimento bruto, e das perdas via senescência e decomposição de tecidos foliares mais velhos (HODGSON, 1990). O estudo das taxas de crescimento e senescência permite determinar a dinâmica do processo de produção de forragem, e seu balanço resulta no acúmulo líquido de forragem, que é uma característica

importante, pois reflete a quantidade produzida em determinado período, e suas variações de acordo com as práticas de manejo e estações do ano (FAGUNDES et al., 2005).

As práticas de manejo influenciam os padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas e a análise de crescimento é uma forma simples de avaliação das respostas morfofisiológicas das plantas forrageiras. A análise de crescimento tem como premissa básica o fato de que cerca de 90% da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento resulta da fotossíntese (BENINCASA, 1988). Este tipo de análise permite que os mecanismos que interferem no acúmulo de forragem sejam compreendidos, interpretados e avaliados comparativamente a outros (BEADLE, 1993). A análise de crescimento permite a identificação de características de plantas em resposta às suas adaptações às condições de estresse, e seu potencial de produção em condições ótimas de crescimento, assim como pode levar a informações dos efeitos do meio e do manejo nas diferenças entre espécies (ANDRADE et al., 2005).

A importância da compreensão do crescimento está no fato deste ser influenciada por processos como fotossíntese, respiração, alocação de fotoassimilados, entre outros, a partir da estimativa de índices fisiológicos que indicam diferenças de potencial de crescimento entre plantas, épocas do ano e práticas de manejo (GOMIDE, 1996). Por outro lado, o acúmulo de forragem representa apenas o resultado do balanço entre os processos de crescimento e senescência (HODGSON, 1990).

As taxas de crescimento podem ser calculadas sabendo-se o peso seco da parte aérea ou de partes da planta (colmos, folhas e raízes) e o tamanho da área foliar durante um intervalo de tempo. As principais características de análise de crescimento são: taxa de crescimento de cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF), na qual se decompõe em área foliar específica (AFE), de acordo com Radford (1967), e razão de peso foliar (RPF), de acordo com Benincasa (1988).

Estas variáveis são afetadas pelas condições ambientais, pelas características genéticas e pelas práticas de manejo, permitindo que as informações básicas de plantas e suas respostas ao corte ou pastejo sejam avaliados sob condições de campo. Segundo Benincasa (1988) a análise de crescimento representa a forma mais acessível e precisa para avaliar o crescimento e fazer inferências sobre a contribuição de diferentes processos fisiológicos no desenvolvimento das plantas, uma vez que permite avaliar o crescimento final da planta como um todo e contribuir com cada parte no crescimento total. A partir do conjunto de dados de variáveis de análise de crescimento, as causas de variação nos padrões de crescimento de plantas geneticamente diferentes ou crescendo em ambientes diferentes podem ser estimadas

com precisão. Seu uso para a avaliação das plantas forrageiras permite uma abordagem fisiológica, e assim, as plantas podem ser melhor avaliadas e explicadas, fornecendo base mais sólida para as práticas de planejamento do manejo.

O conhecimento dos aspectos morfológicos das plantas forrageiras é essencial para uma maior precisão de sua utilização (DESCHAMPS, 1997). De acordo com Wilhelm e McMaster (1995), crescimento é o aumento irreversível na dimensão física do indivíduo ou órgão em um intervalo de tempo, enquanto o desenvolvimento inclui o processo de iniciação de órgãos (morfogênese) até a diferenciação, o que pode incluir o processo de senescência.

Morfogênese pode ser definida como a dinâmica da geração e expansão da forma da planta no espaço e no tempo e pode ser expressa em termos de taxa de aparecimento (organogênese) e expansão de novos órgãos e sua senescência (LEMAIRE, 1997). Características morfogênicas e estruturais, definidas pela morfogênese, descrevem a dinâmica do fluxo de tecidos das plantas forrageiras (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000), caracterizado pelo crescimento, senescência e decomposição de tecidos (CHAPMAN; LEMAIRES, 1993a).

As características morfogênicas podem ser modificadas por fatores ambientais, mas são determinadas geneticamente (CHAPMAN; LEMAIRES, 1993a). O intervalo de tempo para o aparecimento de duas folhas sucessivas, expresso em dias e conhecido como filocrono é geneticamente determinado e condicionado por fatores ambientais (PINTO et al., 1994). O inverso do intervalo de tempo para o crescimento de duas folhas consecutivas resulta na taxa de aparecimento de folhas, expressa em folhas por dia, é também função do genótipo e ambiente. Taxas de aparecimento e alongamento de folhas e comprimento de folhas são fatores morfogenéticos do perfilho que, sob a ação do ambiente, determinam as características estruturais como o número de folhas, o tamanho de folhas e densidade de perfilhos, responsáveis pelo índice de área foliar (CHAPMAN; LEMAIRES, 1993a). O alongamento da folha cessa com a exposição da lígula (LANGER, 1972), quando a folha torna-se totalmente expandida. Posteriormente ocorre o processo de senescência foliar, cuja intensidade pode variar de acordo com as estações do ano e os fatores ambientais. O número de folhas vivas por perfilho é geralmente constante, de acordo com o genótipo, ambiente e o manejo (SILVA et al., 2005). Em termos de plantas forrageiras de clima tropical, uma outra característica que pode ser abordada é a taxa de alongamento de colmos. Esta, possui grande importância como uma característica morfogênica que influencia na estrutura do dossel e consequentemente no equilíbrio dos processos de competição por luz (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). O ritmo morfogênico determina a velocidade de recuperação da área foliar após a desfolhação ou sua

capacidade de manter-se em equilíbrio no caso de pastos manejados sob lotação rotativa e contínua, respectivamente (PEREIRA, 2009).

Estudos nessa área do conhecimento tiveram mais destaque a partir da publicação do diagrama proposto por Chapman e Lemaire (1993b), em que todas as características morfogênicas e estruturais são analisadas conjuntamente e se mostram dependentes do manejo e do índice de área foliar (IAF) (FARIA, 2009). No Brasil, um dos primeiros estudos com morfogênese de plantas forrageiras foi feito por Pinto et al. (1994), em casa de vegetação, com *Panicum maximum* cv. Guiné e Setária.

O sucesso na utilização de pastagens não depende somente da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da espécie forrageira, mas também do conhecimento dos mecanismos morfofisiológicos e sua interação com o ambiente e manejo, fundamental para o crescimento e a manutenção da capacidade de suporte da pastagem. Estudos de fluxo de biomassa tem sido uma importante ferramenta para a avaliação da dinâmica do crescimento de folhas e perfilhos de plantas forrageiras.

Objetivo

O objetivo geral com este estudo foi descrever e explicar o efeito de duas frequências de desfolhação, durante dois anos, sobre as características de análise de crescimento do capim Mulato II, capim Marandu, e Tifton 85, e sobre as características morfogênicas do capim Mulato II e capim Marandu.

Referências

ANDRADE, A.C.; DA FONSECA, D.M.; LOPES, R.S.; NASCIMENTO JR, D.; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; PEREIRA, D.H.; REIS, S.T. Análise de crescimento do capim elefante ‘napier’ adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.415-423, 2005.

ANUALPEC 2009: **Anuário da pecuária brasileira**. FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. São Paulo, 2009.12p.

ARGEL, P.J.; MILES, J.W.; GUIOT, J.D.; CUADRADO, H.; LASCANO, C.E. **Cultivar mulato II (*Brachiaria* hybrid CIAT 36087)**: high-quality forage grass, resistant to the spittlebug and adapted to well-drained acid tropical soils. Cali: International Center for Tropical Agriculture, 2007. 21p.

BARBOSA, R.A. **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande:Embrapa Gado de Corte, 2006. 206p.

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

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

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

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, New Zealand. **Proceedings...** New Zealand: s.ed., 1993. p.95-104.

CORSI, M.; SANTOS, P.M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.275-303.

DESCHAMPS, F.C. Perfil fenológico de três ecotipos de capim- elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997.Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.62-64.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/377/DesktopDefault.aspx?PageID=377#ancor>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; NAASCIMENTO JR., D.; VITOR, C.M.T.; MORAIS, R.V.; MIISTURA, C.; REIS, G.C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, p.397-403, 2005.

FARIA, D.J.G. **Características morfológicas e estruturais dos pastos e desempenho de novilhos em capim-braquiária sob diferentes alturas**. 2009. 162p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

FLORES, R.A.; AGNOL, M.D.; NABINGER, C.; MONTARDO, D.P. Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.7, p.1168-1175, 2008.

GOMIDE, C.C.C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de**

Cynodon. 1996. 100p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1996.

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

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

HODGSON, J. **Grazing management: Science into practice**. London: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

INYANG, U.; VENDRAMINI, J.M.B.; SOLLENBERGER, L.E.; SELLERS, B.; ADESOGAN, A.; PAIVA, L.; LUNPHA, A. Forage species and stocking rate effects on animal performance and herbage responses of ‘Mulato’ and Bahiagrass pastures. **Crop Science**, Madison, v.50 p.179–185, 2010.

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

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

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p.265-288.

MOREIRA, L.M.; MATUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I. Perfilhamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim-braquiária adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.9, p.1675-1684, 2009.

NAVE, R.L.G.; PEDREIRA, C.G.S.; PEDREIRA, B.C. Nutritive value and physical characteristics of Xaraes palisadegrass as affected by grazing strategy. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v.40, p.285-293, 2010.

NUNES, S.F.; BOOK, A.; PENTEADO, M.I. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1984. 31p. (Documentos, 21).

PEREIRA, L.E.T. **Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes**. 2009. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras

tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.327-332, 1994.

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

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

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba, SP. **Anais...** SBZ: Piracicaba, 2001. p.731-754.

SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.1-12.

SILVA, M.M.P.; VASQUEZ, H.M.; BRESSAN-SMITH, R.E.; DA SILVA, J.F.C.; ERBESDOBLER, E.D.; ANDRADE JUNIOR, P.S.C. Respostas morfogênicas de gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes condições hídricas do solo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1493-1504, 2005.

TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JÚNIOR, S.J.; GIACOMINI, A.A.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V.D.A.; CARVALHO, P.C.F. Morphological composition of the herbage consumed by beef cattle during the grazing down process of marandu palisadegrass subjected to rotational strategies. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, Jun, p.883-890, 2007.

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.

2 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE DUAS BRACHIARIAS SP. E TIFTON 85 A DUAS FREQUÊNCIAS DE CORTE

Resumo

Estudos de análise de crescimento são importantes para entender a morfologia e a fisiologia de plantas e suas interações para otimizar o manejo de corte. O objetivo foi avaliar e descrever o efeito de duas frequências (28 e 42 dias) nas características de análise de crescimento do Mulato II (*Brachiaria* híbrida CIAT 36061), Marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) RD Webster [syn. *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf]; CIAT 6297} e Tifton 85 (*Cynodon* spp.) durante dois anos. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com todas as combinações entre gramíneas e frequências em arranjo fatorial com 4 repetições. As variáveis incluíram índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento de cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), razão de área foliar (RAF) e razão de peso foliar (RPF). Houve interação frequências x capim para IAF. Todos os capins tiveram maior IAF com 42 dias, com 4,43; 6,03 e 2,99 no Marandu, Mulato II e Tifton 85. Com 28 dias o Tifton 85 apresentou menor IAF (1,46) do que o Marandu (3,28) e Mulato II (3,65), enquanto com 42 dias o Mulato II teve maior IAF. O Tifton 85 apresentou maior incremento de IAF de 28 para 42 dias (105%) comparado ao Mulato II (65%) e Marandu (35%). A TCC foi maior com 42 dias (5,54 g m² dia⁻¹), e teve TCC similar no Mulato II (5,13 g m² dia⁻¹) e Tifton 85 (5,27 g m² dia⁻¹), e foi maior comparado ao Marandu (4,44 g m² dia⁻¹). Houve interação capim x ano na TAL. O Tifton teve maior TAL (5,45 e 9,91 g m² dia⁻¹) do que o Mulato II (2,13 e 3,40 g m² dia⁻¹) e o Marandu (2,34 e 3,06 g m² dia⁻¹) nos dois anos. O Mulato II teve maior RPF (0,51 g g⁻¹) do que o Marandu (0,45 g g⁻¹) e este do que o Tifton 85 (0,40 g g⁻¹). A RPF foi afetada pelas frequências, que foram maiores com 42 dias (0,50 g g⁻¹). O Tifton 85 teve menor RAF (0,025 m² g⁻¹) do que o Mulato II (0,062 m² g⁻¹) e o Marandu (0,061 m² g⁻¹). A RAF foi maior com 28 dias (0,059 m² g⁻¹) do que com 42 dias (0,040 m² g⁻¹). Houve interação frequências x ano para TCR. 28 dias apresentou maior TCR (0,20 e 0,15 g g⁻¹ dia⁻¹) do que 42 dias (0,13 e 0,10 g g⁻¹ dia⁻¹) nos dois anos. No primeiro ano a TCR foi maior do que no segundo com 28 e 42 dias. O Mulato II é uma boa opção forrageira devido aos valores de IAF, TCC, RPF e RAF. A TCC é similar no Mulato II e no Tifton 85, mas a RPF é maior no Mulato II. O Tifton 85 teve menor IAF residual, mas alta TAL e TCC similar ao Mulato II. O Mulato II e o Tifton 85 utilizaram mecanismos diferentes para alcançar a mesma TCC. 28 dias é melhor pois prioriza produção de folhas.

Palavras-Chave: Taxa de crescimento de cultura; Taxa de crescimento relativo; Taxa de assimilação líquida; Razão de área foliar; Razão de peso foliar; Mulato II; Marandu; Tifton 85

Abstract

Studies of growth analysis are important to understand plant morphology, physiology, and their interactions, as well as to identify key traits that are associated with crop productivity and that may help optimize harvest management. The objective of this study was to evaluate and describe the effect of harvest frequency (every 28 or 42 days) on the growth analysis responses of Convert HD 364[®] brachiariagrass (*Brachiaria híbrida* CIAT 36061), Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) RD Webster [syn. *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf]; CIAT 6297) e Tifton 85 (*Cynodon* spp.) during two growing seasons. The experimental design was a randomized complete block with treatments corresponding to all possible combinations between grass and harvest frequency in a complete factorial arrangement and four replications. Response variables included leaf area index (LAI), crop growth rate (CGR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), leaf area ratio (LAR) and leaf weight ratio (LWR). There was a grass x harvest frequency interaction for LAI. All grasses had higher LAI when harvest frequency was 42 days, with 4.43; 6.03 and 2.99 to Marandu, Convert HD 364[®] and Tifton 85, respectively. In 28 days Tifton 85 presented lower LAI (1.46) than Marandu (3.28) and Mulato II (3.65), while in 42 days only Convert HD 364 had greater LAI. However, Tifton 85 was the grass that presented the biggest increase in LAI from 28 to 42 days (105% of increase) compared to Mulato II (65%) and Marandu (only 35%). CGR was highest when the harvest frequency was 42 days (5.54 g m² day⁻¹), and had the same CGR to Mulato II (5.13 g m² day⁻¹) and Tifton 85 (5.27 g m² day⁻¹), and were greater than Marandu palisadegrass (4.44 g m² day⁻¹). There was grass x year interaction effect on NAR. Tifton 85 (5.45 and 9.91 g m² day⁻¹) had higher NAR than Mulato II (2.13 and 3.40 g m² day⁻¹) and Marandu (2.34 and 3.06 g m² day⁻¹) in two years, respectively. Mulato II had higher LWR (0.51 g g⁻¹) than Marandu palisadegrass (0.45 g g⁻¹) and this than Tifton 85 (0.40 g g⁻¹). LWR was affected by harvest frequency, which presented highest LWR with 42 days (0.50 g g⁻¹). Tifton 85 had lowest LAR (0.025 m² g⁻¹) when compared with Mulato II (0.062 m² g⁻¹) and Marandu palisadegrass (0.061 m² g⁻¹). LAR was higher with 28 (0.059 m² g⁻¹) than 42 days of treatment (0.040 m² g⁻¹). There was frequency x year interaction to RGR. 28 days of regrowth (0.20 and 0.15 g g⁻¹ day⁻¹) presented higher RGR than 42 days (0.13 and 0.10 g g⁻¹ day⁻¹) in two years. The first year RGR was highest than second in 28 and 42 days of regrowth. CGR is similar in Mulato II and Tifton 85, but the LWR is highest in Mulato II. Tifton 85 had lowest residual LAI, but high NAR and CGR similar to Mulato II. Mulato II and Tifton 85 used different mechanisms to achieve the same CGR. 28 days prioritizes leaf production.

Keywords: Crop growth rate; Relative growth rate; Net assimilation rate; Leaf area ratio; Leaf weight ratio; Mulato II; Marandu; Tifton 85

2.1 Introdução

A importância da compreensão do crescimento vegetal está no fato deste ser influenciado por muitos processos como fotossíntese, respiração, alocação de fotoassimilados, entre outros, que somando uma série de índices fisiológicos podem ser usados para contrastar diferenças de potencial de crescimento entre plantas, nas diferentes épocas do ano e práticas de manejo (GOMIDE, 1996). Por outro lado, o acúmulo líquido de forragem representa apenas o resultado do balanço entre os processos de crescimento e senescência (HODGSON, 1990).

As práticas de manejo definem os padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas e a análise de crescimento é uma forma simples de avaliação das respostas morfofisiológicas das plantas forrageiras. A análise de crescimento tem como premissa básica o fato de que cerca de 90% da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento resulta da fotossíntese (BENINCASA, 1988). Este tipo de análise permite que os mecanismos que interferem no acúmulo de forragem sejam compreendidos, interpretados e avaliados comparativamente a outros (BEADLE, 1993). A análise de crescimento permite a identificação de características de plantas em resposta às condições de estresse, e seu potencial de produção em condições ótimas de crescimento, assim como pode levar a informações dos efeitos do meio e manejo sobre o crescimento vegetal (ANDRADE et al., 2005).

A análise de crescimento é um método quantitativo usado para descrever e interpretar o desempenho de plantas por meio do uso do peso seco da parte aérea ou de partes da planta (colmos, folhas e raízes) e o tamanho da área foliar durante um intervalo de tempo (HUNT, 2003). As principais características que descrevem a análise de crescimento são: taxa de crescimento de cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF), na qual se decompõe em área foliar específica (AFE), de acordo com Radford (1967), e razão de peso foliar (RPF), de acordo com Benincasa (1988).

Estas variáveis mudam com as condições ambientais, com as características genéticas de cada planta forrageira e com as práticas de manejo, permitindo que as informações básicas de plantas e suas respostas sob corte ou pastejo sejam avaliadas sob condições de campo. Segundo Benincasa (1988) a análise de crescimento representa a forma mais acessível e precisa para avaliar o crescimento e fazer inferências sobre a contribuição de diferentes processos fisiológicos no desenvolvimento das plantas, uma vez que permite avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição de cada parte no crescimento total.

A partir do conjunto de dados de crescimento, as causas de variação no padrão de crescimento de plantas geneticamente diferentes ou crescendo em ambientes distintos podem ser estimadas com precisão. Seu uso para a avaliação das plantas forrageiras permite uma abordagem fisiológica, assim, respostas de plantas podem ser melhor entendidas, fornecendo base mais sólida para definir as práticas de planejamento do manejo.

Para que o potencial de cultivares mais comumente usados como o capim Marandu {*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) RD Webster [syn. *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf]; CIAT 6297}, com alta produção de forragem como o Tifton 85 (*Cynodon* spp.) e capins recentemente lançados como o Mulato II (Convert HD 364[®]) (*Brachiaria* híbrida CIAT 36061) possa ser racionalmente e intensivamente explorado, é necessário entender como o manejo de desfolhações afeta as respostas de produção inferindo sobre os processos fisiológicos. Desta forma, estudos de análise de crescimento são importantes para entender a morfologia e fisiologia das plantas para identificar as características determinantes associadas com a produtividade da planta para otimizar o manejo de corte. O objetivo com este estudo foi avaliar e descrever o efeito das frequências de corte do capim Mulato II (Convert HD 364[®]) capim Marandu e Tifton 85 durante duas estações de crescimento.

2.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em Piracicaba, São Paulo (22°42'30" S, 47°30'00" W, altitude 580 m). Os dados climáticos do período experimental (Tabela 1) foram obtidos no posto meteorológico localizado a 1,8 km da área experimental. O balanço hídrico foi calculado de acordo com Rolim et al. (1998) utilizando o método de Thornthwaite e Mather (1955) (Figura 1).

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico típico (EMBRAPA, 2006). Na análise química (RAIJ et al., 2001) foram obtidos: P resina, 38 mg dm⁻³; MO, 24 g dm⁻³; pH em CaCl₂, 5,5; K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al, SB e CTC, 6,0; 75; 25; 34; 106; e 140 mmol_c dm⁻³, respectivamente; e V de 76%.

Tabela 1 - Dados meteorológicos mensais da área experimental durante o período de avaliação e média histórica (1917-2013), em Piracicaba-SP

Variável climática	Set.	Out.	Nov.	Dec.	Jan.	Fev.	Mar.
<u>Ano 1</u>							
Radiação Solar (MJ m ⁻²)	23,4	21,3	24,9	25,4	21,7	24,6	23,7
Temperatura Max. (°C)	30,3	29,6	29,4	30,7	29,2	33,1	31,6
Temperature Min. (°C)	12,9	17,1	16,6	18,6	18,5	20,1	18,8
Pluviosidade (mm)	1,7	193,9	155,3	153,4	214,9	138,7	61,5
<u>Ano 2</u>							
Radiação Sola (MJ m ⁻²)	21,2	23,7	24,1	24,6	21,0	22,4	19,4
Temperatura Max (°C)	30,6	33,0	30,9	33,1	30,3	32,6	31,6
Temperature Min. (°C)	14,6	17,9	18,1	21,3	19,4	20,4	20,0
Pluviosidade (mm)	40,9	70,3	97,9	191,4	224,7	110,7	135,8
<u>1917-2013</u>							
Temp. Max. hist. (°C)	28,2	29,1	29,6	29,7	29,9	30,0	30,0
Temp. Min. hist. (°C)	13,5	15,8	16,8	18,3	19,0	19,0	18,0
Pluvios. hist. (mm)	61,3	110,4	130,6	199,7	231,6	181	143

Figura 1 - Balanço hídrico de Abril de 2011 a Abril de 2013 em Piracicaba, SP, Brasil. PET: Potencial evapotranspiração; RET: Evapotranspiração de referência; Capacidade de retenção de água de 40 mm

As gramíneas forrageiras foram estabelecidas em outubro de 2010 em parcelas de 4- x 5-m com 1-m de espaçamento entre parcelas. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial (3 x 2) com 4 repetições. Os tratamentos foram todas as possíveis combinações entre capim Convert HD 364[®] (Mulato II) (*Brachiaria* híbrida CIAT 36061), capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) RD Webster [syn.

Urochloa brizantha (A. Rich.) Stapf]; CIAT 6297} e Tifton 85 (*Cynodon* spp.) e duas frequências de corte (28 e 42d). As parcelas foram mecanicamente cortadas a 10-cm de altura durante o período experimental. Todas as avaliações foram feitas em um ciclo representativo da estação da primavera e do verão, denominados “ciclos acompanhados”, durante o período de Setembro de 2011 a Março de 2012 e Setembro de 2012 a Março de 2013 (Figura 2). Foi feita então uma média dos dados referentes aos ciclos acompanhados de primavera e verão de forma que os dados ficassem agrupados e representassem o verão agrostológico.

Figura 2 – Cronograma de colheita de forragem e seleção dos ciclos detalhados do experimento.

Foram aplicados $30,68 \text{ kg ha}^{-1}$ de N no tratamento de 28 dias (6 cortes) e $46,03 \text{ kg ha}^{-1}$ de N no tratamento de 42 dias (4 cortes), totalizando aplicação de 200 kg ha^{-1} de N nas duas frequências de corte no final do período experimental, na forma de NH_4NO_3 .

A massa de forragem acumulada acima de 10 cm de altura foi feita a cada 28 e 42 dias de frequência de corte da forragem dentro de duas molduras metálicas de $0,75 \text{ m}^2$ a 10 cm de altura em locais representativos da área. O mesmo procedimento foi feito no pós-corte usando dois quadrados de $0,1 \text{ m}^2$ cortadas ao nível do solo. Em seguida as amostras foram pesadas no campo e subamostradas. As subamostras foram separadas manualmente em folhas (lâminas foliares), colmos (colmos + bainhas) e material morto. Foi retirada uma subamostra de cerca de 25% de folhas da amostra total e calculada a área de folhas usando o integrador de área foliar (modelo LAI-3100 - LI-COR, Lincoln, NE, USA) para obter o índice de área foliar. Em seguida, cada componente foi seco separadamente em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas. O teor de matéria seca da forragem e a composição morfológica foram

calculados a partir dos pesos secos das subamostras e de seus componentes, e, em seguida, estimou-se o peso seco da amostra total. O IAF foi obtido a partir do resultado da divisão da área foliar da amostra pela área da moldura metálica ($0,75 \text{ m}^2$). A massa de forragem no pré e pós corte e o IAF foram utilizados para calcular a análise clássica de crescimento: taxa de crescimento de cultura (TCC; $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), taxa de crescimento relativo (TCR; $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), taxa de assimilação líquida (TAL; $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e razão de área foliar (RAF; $\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$), as quais foram calculadas a partir dos valores de massa de forragem (MF) e índice de área foliar (IAF), de acordo com Radfort (1967), e a razão de peso foliar (RPF; g g^{-1}), segundo Benincasa (1988). As fórmulas utilizadas para o cálculo das variáveis da análise de crescimento (TCC, TCR, TAL, RAF e RPF) foram:

$$\text{TCC} = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)$$

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

$$\text{TAL} = [(P_2 - P_1) / (IAF_2 - IAF_1)] * [(\log_e IAF_2 - \log_e IAF_1) / (t_2 - t_1)]$$

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

$$\text{RPF} = \text{MSF} / \text{MF}$$

Em que P_1 e P_2 são os valores de massa seca verde da parte aérea (MF nos tempos t_1 (pós-corte anterior) e t_2 (pré-corte atual)); Os valores de massa seca total da parte aérea do pré corte são o resultado da soma da massa seca obtida no pós-corte e da massa seca obtida no pré corte. IAF_1 e IAF_2 são os valores de índice de área foliar nos tempos t_1 e t_2 , respectivamente, e os valores de IAF do pré-corte é o resultado da soma do IAF no pós-corte e no pré-corte. MSF é a massa seca de folhas, sendo o resultado da soma da massa seca de folhas do pós-corte e do pré-corte.

Os dados foram agrupados em verão agrostológico (média do ciclo acompanhado dos dados coletados na primavera e no verão) nos dois anos experimentais. Os dados foram analisados como medidas repetidas utilizando o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (*Statistical Analysis System*), (LITTEL et al., 2006). As gramíneas, frequências de corte, anos e suas interações foram considerados efeitos fixos. Na escolha da matriz de covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC) (WOLFINGER, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”), usando o teste “t e um nível de probabilidade de 5%.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Índice de área foliar

Houve interação frequência x capim para o IAF ($P = 0,0343$) (Tabela 2). Os três capins tiveram maior IAF quando a frequência de desfolhação foi 42 dias, em consequência do maior intervalo de colheita, resultado da continuidade do aparecimento e o alongamento de folhas. Com 28 dias o Tifton 85 apresentou menor IAF comparado ao capim Marandu e ao Mulato II, enquanto com 42 dias foi observado para o Mulato II maior IAF. No entanto, o Tifton 85 foi o capim que apresentou o maior incremento em IAF de 28 para 42 dias (105% de aumento) comparado ao Mulato II (65%) e Marandu (somente 35%). Isso provavelmente pode ser parcialmente explicado pela maior fotossíntese foliar do Tifton 85 comparado com as Brachiarias. Apesar desta vantagem, o Mulato II teve maior IAF com 42 dias devido provavelmente ao maior IAF do resíduo (0,78) comparado com 0,53 e 0,30 do Marandu e do Tifton 85 ($P = 0,0130$), respectivamente. Já o menor IAF no pré corte do Tifton 85 em relação ao Mulato II e Marandu é devido ao menor IAF do resíduo (0,30), mesmo o Tifton 85 apresentando maior aumento de IAF de 28 para 42 dias (105%) contra 65% para Mulato II e 35% para o capim Marandu. O menor IAF residual do Tifton 85 e consequentemente menor IAF no pré corte pode ser devido provavelmente as diferenças genéticas entre os capins, ao manejo adotado (10 cm de altura de corte do resíduo; 28 e 42 dias de rebrotação) ou o IAF no Tifton 85 pode ter sido subestimado, uma vez que a medição de IAF neste capim é difícil pois as folhas são pequenas e tendem a enrolar sob estresse, neste caso no intervalo de tempo do corte no campo até serem passadas no aparelho medidor de área foliar. De acordo com Alexandrino et al. (2005) o manejo de desfolhações tem fundamental importância no IAF residual e indiretamente no IAF final.

Tabela 2 – Índice de área foliar (IAF) de três gramíneas a duas frequências de corte

Frequência de desfolhação (dias)	Capins			Média
	Marandu	Mulato II	Tifton 85	
28	3,28 Ba †(0,22)	3,65 Ba (0,24)	1,46 Bb (0,24)	2,79
42	4,43 Ab (0,22)	6,03 Aa (0,22)	2,99 Ac (0,22)	4,48
Média	3,85	4,84	2,22	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste T ($P > 0,05$). † = Erro padrão da média.

O primeiro ano apresentou maior IAF do que o segundo ($P < 0,0001$) com 4,35 e 2,93, respectivamente. Isso pode ser explicado pela menor pluviosidade no segundo ano, principalmente em outubro e novembro (Tabela 1; Figura 1). Ao observar a média histórica de pluviosidade (1917-2013) nota-se que o segundo ano experimental foi atípico e que os valores observados no primeiro ano estão mais próximos da média histórica. Somado a isso nota-se que a temperatura máxima e mínima no segundo ano experimental foi ligeiramente maior que os valores da média histórica. Isso reflete diretamente nos resultados das variáveis resposta medidos nos dois anos.

2.3.2 Taxa de crescimento de cultura

A TCC foi diferente entre os capins ($P = 0,0103$) (Tabela 3) e as frequências de desfolhação ($P < 0,0001$), e foi maior quando a frequência de corte foi de 42 dias (Tabela 5). O capim Mulato II e o Tifton 85 tiveram TCC semelhantes e maiores do que o capim Marandu (Tabela 2). Apesar do Tifton 85 apresentar menor IAF do que as outras gramíneas (Tabela 2), a alta TCC foi similar a do Mulato II, o que significa que o Tifton 85 foi mais eficiente na assimilação de carbono. Segundo Radford (1967) a TCC é influenciada pelo IAF e TAL, assim o aumento na TCC só é possível se a eficiência fotossintética das folhas (TAL) ou o tamanho das folhas (IAF) são incrementados. O IAF descreve o aparato fotossintético do dossel e a habilidade de fixar carbono para o crescimento, e a massa de forragem descreve o tamanho dos órgãos de armazenamento e a quantidade de carboidratos armazenados que devem ficar disponíveis para uso e crescimento das plantas (PARKER et al., 2010). Neste experimento a maior TCC no capim Mulato II foi mais influenciado pelo IAF (Tabela 2) e no Tifton 85 pela TAL (Tabela 4). Oliveira et al. (2000) estudou o Tifton 85 em nove frequências de desfolhações e relatou maior TCC relacionada a um maior IAF. Salo (1962) comparou Alfafa cv. Vernal e Trevo Empire em experimento de campo com relação a análise de crescimento e concluiu que a produção da Alfafa foi maior do que no Trevo devido aos maiores valores de IAF e TAL. Smith (1962) também concluiu que o IAF foi a variável mais importante no resultado de produção de massa seca em Alfafa em condições de campo. Smith (1968) relatou maior TCC em Alfafa comparada com Trevo e atribuiu este resultado ao maior IAF e TAL. O mesmo autor salientou que a Alfafa foi mais eficiente em converter energia radiante em massa seca, o que foi provavelmente resultado da maior taxa de assimilação de CO_2 pelas folhas e melhor morfologia do dossel.

Tabela 3 – Taxa de crescimento de cultura (TCC), razão de peso foliar (RPF) e razão de área foliar (RAF) em três capins

Marandu	Mulato II	Tifton 85	Média
TCC			
----- g m ⁻² dia ⁻¹ -----			
4,44 b †(0,18)	5,13 a (0,19)	5,27 a (0,20)	4,94
RPF			
----- g g ⁻¹ -----			
0,45 b (0,01)	0,51 a (0,01)	0,40 c (0,01)	0,45
RAF			
----- m ² g ⁻¹ -----			
0,061 a (0,004)	0,062 a (0,004)	0,025 b (0,004)	0,049

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste T ($P>0,05$). † = Erro padrão da média.

A TCC é uma característica que possui uso limitado na análise de crescimento pois considera apenas a variação de massa em função do tempo (CAIRO; OLIVEIRA; MESQUITA, 2008), e não leva em consideração variações nas características iniciais da planta como por exemplo área foliar residual, que podem ser determinantes na velocidade do crescimento. Desta forma, a TCR é um melhor indicador para descrever diferenças no crescimento de plantas relacionando características morfológicas e fisiológicas sob diferentes condições ambientais e de manejo (GRIME; HUNT, 1975). Foi observada diferença em TCC nos cultivares Pennncross e Bengal, sendo que o Pennncross apresentou TCC 63% maior comparado ao Bengal (JONES; CHRISTIANS, 2012). Os autores atribuíram a grande diferença entre os dois cultivares devido a TCC não considerar o tamanho inicial dos dois cultivares. Os autores ainda chamaram a atenção para o fato de que quando as diferenças no tamanho inicial são ajustadas, a TCR mostra que os dois cultivares apresentam taxas de crescimento semelhantes.

A TCC foi maior na frequência de 42 dias (Tabela 5) devido provavelmente ao maior IAF com 42 dias comparado com a frequência de 28 dias, associada com a maior quantidade de N aplicado na frequência de 42 dias de corte. Resultados semelhantes foram observados por Silva (2012) com maior TCC aos 42 dias de rebrotação em Tifton 85 na primavera e no verão. No entanto os valores relatados pelo autor neste período (11,62 e 13,64 g m² dia⁻¹) foram maiores que o observado no presente experimento no mesmo cultivar (5,27 g m² dia⁻¹). Esta diferença é provavelmente devido primeiro ao experimento conduzido por Silva (2012) ter sido irrigado e segundo devido a forma de cálculo adotada no presente experimento, que

considerou apenas o material vivo (folhas e colmos + bainhas) enquanto que Silva (2012) adotou a forma de cálculo considerando a parte aérea da planta inteira, incluindo material morto. O material morto é uma parte da planta que é rejeitada pelos animais, uma vez que estes são seletivos, e a inclusão desta parte da planta faz com que a TCC seja superestimada e não revele a produção real que poderá ser consumida pelos animais.

A TCC foi maior no Ano 1 do que no Ano 2 com 5,75 e 4,14 g m⁻² dia⁻¹ (P <0,0001), devido a menor pluviosidade no segundo ano (Tabela 1; Figura 1), seguindo a mesma tendência do IAF.

2.3.3 Taxa de assimilação líquida

Houve interação entre os capins x ano na TAL (P = 0,0338) (Tabela 4). O capim Tifton 85 teve maior TAL comparado ao capim Mulato II e capim Marandu nos dois anos, o que significa que o capim Tifton 85 tem maior eficiência fotossintética de folhas, seguido do Mulato II.

Tabela 4 – Taxa de assimilação líquida (TAL) de três capins em dois anos

Anos	Capins			Média
	Marandu	Mulato II	Tifton 85	
	g m ⁻² dia ⁻¹			
2011/2012	2,34 Ab †(0,58)	2,13 Ab (0,58)	5,45 Ba (0,64)	3,30
2012/2013	3,06 Ab (0,58)	3,40 Ab (0,64)	9,41 Aa (0,64)	5,29
Média	2,70	2,76	7,43	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste T (P>0,05). † = Erro padrão da média.

De fato, Pereira et al. (2012) observaram maior fotossíntese de dossel no capim Mulato II (56,2 µmol de CO₂ m² s⁻¹) comparado ao capim Marandu (51,9 µmol de CO₂ m² s⁻¹) em experimento concomitante a este e dados preliminares e previamente publicados. Faria et al. (2012) também em experimento concomitante a este mas em condição irrigada observaram fotossíntese de dossel semelhante nas três gramíneas na primavera, e menor no Tifton 85 no verão.

A TCC é expressa instantaneamente como produto do IAF e da TAL (HUNT, 1982). Neste experimento a TCC foi mais afetada pela TAL do que pelo IAF. Isso significa que a eficiência fotossintética do dossel forrageiro foi mais efetivo do que o tamanho do aparato fotossintético para determinar a TCC. Giacomini et al. (2009) sugeriu que a TAL é

relativamente mais importante do que o IAF para determinar a TCC. Heggenstaller et al. (2009) explicou TCC em termos de IAF e dinâmica sazonal em TAL. A TAL está relacionada a diferenças genéticas entre espécies e cultivares e é influenciada pelo estágio de desenvolvimento da planta e condições edafoclimáticas. (LUDLOW; WILSON, 1970). Silva (2012) observou maior TAL no Jiggs ($15,30 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) em comparação ao Tifton 85 ($6,38 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) na primavera e valores semelhantes nos dois capins no verão ($7,38$ e $6,87 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$).

2.3.4 Razão de peso foliar

Os três capins estudados foram diferentes ($P < 0,0001$) para RPF (Tabela 3). O capim Mulato II teve maior RPF comparado ao capim Marandu e Tifton 85. Considerando que as folhas são os principais órgãos responsáveis pelo acúmulo de massa seca (fotossíntese) e que as outras partes da planta dependem da exportação de assimilados das folhas, a RPF representa a partição de assimilados da planta e, assim, é um componente fisiológico (GIACOMINI et al., 2009). Portanto, reduções na RPF indicam aumento na alocação de assimilados para o desenvolvimento de colmos e raízes (órgãos não assimilatórios) ao invés de folhas, assim a alocação de assimilados do Mulato II foi direcionada em maior quantidade para a produção de novos tecidos foliares, representando 21% de assimilados para as folhas a mais do que o Tifton 85 e 11% a mais do que o capim Marandu.

Por outro lado, o Tifton 85 investiu mais na alocação de assimilados para colmos e estolões, uma vez que a massa de raízes foi menor do que no Mulato II que foi previamente publicado e apresentado por Faria et al. (2013). Estes resultados sugerem que apesar do Tifton 85 aparentemente ter uma alta eficiência fotossintética, o capim Mulato II teve uma maior massa de folhas. Pequeno (2014) publicou anteriormente valores de proporção de folhas de 40 e 44% para o Mulato II e 23 e 47% para o Tifton 85 aos 28 e 42 dias, respectivamente. Os valores de proporção de folhas apresentados por Pequeno (2014) confirmam os resultados observados de RPF de que o capim Mulato II possui maior massa de folhas. Esta é uma característica desejável porque folhas são órgãos mais eficientes para realizar fotossíntese e possuem alto valor nutritivo, resultando em menor seletividade pelos animais. Pequeno (2014) avaliou valor nutritivo e observou teor de PB semelhante nos três capins, mas maior valor de FDN e menor digestibilidade no Tifton 85.

Pinto (1993) em estudo comparativo de análise de crescimento de três espécies relataram maior RPF no *Panicum maximum* Jacq. cv. Guiné comparado a *Setaria anceps* Stapf ex Massey cv. Kazungula, indicando maior retenção de massa seca nas suas folhas,

assim como no Mulato II no presente experimento. Jones e Christians (2012) relataram que o cultivar Bengal alocou 20% mais massa seca para a produção de folhas comparado com o cultivar Pennncross. O Pennncross por sua vez investiu 8% a mais em massa secade estolões.

A RPF foi afetada pelas frequências ($P < 0,0001$) (Tabela 5), sendo que maior RPF foi observado com 42 dias. Oliveira et al. (2000) encontraram 0,47 e 0,38 $\text{g}^{-1} \text{g}^{-1}$ de RPF no Tifton 85 com 28 e 42 dias, respectivamente. Silva (2012) observou maior RPF com 28 dias (0,35 g g^{-1}) do que com 42 dias (0,25 g g^{-1}) de frequência de desfolhação no capim Jiggs, enquanto o Tifton 85 apresentou RPF igual nas duas frequências de desfolhação (0,34 g g^{-1}) no verão. Na primavera foi observada a mesma tendência de resultado com maior RPF com 28 dias (0,37 g g^{-1}) do que com 42 dias (0,27 g g^{-1}) no capim Jiggs, e no Tifton 85 RPF semelhante (0,32 e 0,28 g g^{-1}) com 28 e 42 dias, respectivamente. Os valores de RPF foram similares aos observados por Oliveira et al. (2000) e Silva (2012), no entanto com menor RPF na maior frequência de desfolhação, provavelmente porque neste experimento foi considerado somente folhas e colmos + bainhas nos cálculos de todas as características de análise de crescimento, incluindo a RPF.

A RPF também foi afetada nos dois anos ($P < 0,0001$) com maiores valores no Ano 2 comparado com o Ano 1, com 0,51 e 0,40 $\text{g}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente. Isso pode ser explicado pelos altos valores de IAF no primeiro ano com maior partição para as folhas e consequente aumento na TCC, uma vez que no primeiro ano houve menos chuva, que pode resultar em maior partição de assimilados para outras partes da planta como colmos, estolões e raízes ao invés de folhas.

2.3.5 Razão de área foliar

A RAF foi influenciada pelos capins ($P < 0,0001$), frequências de desfolhação ($P = 0,0008$) e ano ($P < 0,0001$). A RAF é a unidade de área foliar usada pela planta para produzir uma unidade de peso de massa seca (BENINCASA, 1988). O capim Tifton 85 teve menor RAF quando comparado com o capim Mulato II e com o capim Marandu (Tabela 3). A menor RAF no Tifton 85 pode evidenciar a necessidade de menor área foliar para produzir a mesma quantidade de massa seca que o capim Mulato II e capim Marandu. Desta forma, o capim Tifton 85 apresentou menor IAF comparado com as braquiárias nas duas frequências de desfolhação (Tabela 2). Estes resultados sugerem que o Tifton 85 possui maior eficiência fotossintética de folhas, e podem ser confirmados com a maior TAL observada no Tifton 85 (Tabela 4). Outra explicação para o Tifton 85 ter tido menor RAF e TCC semelhante ao capim Mulato II é que o Tifton 85 apresentou maior partição de assimilados para colmos e estolões,

com proporções de 66 e 45% no Tifton 85, 49 e 56% no Mulato II e 52 e 53% no capim Marandu com 28 e 42 dias, respectivamente, como apresentado por Pequeno (2014). Já a massa de raízes foi menor no Mulato II (FARIA et al., 2013). Esta linha de raciocínio também pode ser confirmada por meio dos resultados de RPF (Tabela 3). Altos valores de RAF indicam ganho na economia de carbono de plantas, e reflete aumento progressivo no tamanho do aparato fotossintético em relação a produção de massa seca, e indica menor custo na respiração e na manutenção (ROBSON, 1973).

A RAF foi maior na frequência de desfolhação de 28 dias do que na de 42 dias (Tabela 5). Durante o crescimento vegetativo há maior alocação de assimilados para produção de folhas, aumentando a captação de luz incidente para o crescimento rápido da planta. Neste período é observado alta RAF devido ao aumento no aparato assimilatório (OLIVEIRA et al., 2000; LIMÃO, 2010). Durante a rebrotação, o IAF residual apresenta uma baixa eficiência em converter luz incidente em fotoassimilados, pois são limitados pela baixa eficiência das folhas remanescentes (a maioria delas são velhas e aclimatadas a condição de sombra) e baixa IL. Na medida em que o IAF aumenta, a fotossíntese do dossel aumenta, devido o aparecimento de novas folhas até que a maior parte da luz incidente é interceptada pela área foliar, alcançando a máxima assimilação de carbono pelo dossel perto de 100% de IL.

A RAF, um componente que reflete a eficiência da área foliar em converter luz incidente em fotoassimilados, é diretamente afetada pela IL. A RAF foi menor com 42 dias de frequência de desfolhação (Tabela 4), provavelmente porque a interceptação luminosa aumentou, os quais foram previamente publicados e apresentados por Pequeno (2014), no mesmo experimento de campo, de 28 (86,3 e 87,4) para 42 (90,4 e 92,13) dias de rebrotação para o capim Marandu e Mulato II, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2000) com decréscimo de RAF com os dias de rebrotação. Carvalho (2011), trabalhando com três cultivares de capins do gênero *Cynodon* e três frequências de desfolhação (14, 28 e 42 dias) observou maior RAF quando o dossel era colhido a cada 28 dias. Dessa forma, segundo o autor, uma menor ou maior frequência de desfolhação levou a modificações no total de massa de forragem colhida e também na partição de fotoassimilados no dossel. Silva (2012) observou maior RAF aos 28 dias comparado com 42 dias no Tifton 85 na primavera e valores semelhantes na duas frequências de desfolhação no verão.

A RAF seguiu a mesma tendência do IAF e da TCC com maior RAF no Ano 1 comparada ao Ano 2 com 0,066 e 0,033 m⁻² g⁻¹. Este resultado confirma que a planta muda a

partição de de assimilados para outras partes da planta ao invés de folhas devido a condições ambientais adversas (baixa pluviosidade).

Tabela 5 - Taxa de crescimento de cultura (TCC), razão de peso foliar (RPF) e razão de área foliar (RAF) em duas frequências de desfolhação

	Frequência de desfolhação (dias)		Média
	28	42	
TCC	----- g m ⁻² dia ⁻¹ -----		
	4,35 b †(0,16)	5,54 a (0,15)	4,94
RPF	----- g g ⁻¹ -----		
	0,40 b (0,01)	0,50 a (0,01)	0,45
RAF	----- m ⁻² g ⁻¹ -----		
	0,059 a (0,003)	0,040 b (0,003)	0,049

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste T (P>0,05). † = Erro padrão da média.

2.3.6 Taxa de crescimento relativo

Houve interação frequências x ano (P < 0,0001) para TCR (Tabela 6). A frequência de 28 dias de desfolhação apresentou maior TCR do que 42 dias nos dois anos. No primeiro ano a TCR foi maior do que no segundo aos 28 e aos 42 dias de rebrotação. A TCR significa incremento na massa da planta e é componente da TAL e da RAF. A TCC é um parâmetro de crescimento comumente usado para determinar a taxa de partição de assimilados da massa seca acima do nível do solo, e integra todos os fatores ambientais e fisiológicos que afetam a produção (RECHEL; NOVOTNY, 1996). Toda a biomassa da planta acima do nível do solo é igualmente produtiva, mas as folhas são os órgãos que mais contribuem para o crescimento da planta e para o acúmulo de massa seca. Neste experimento a maior TCR aos 28 dias de rebrotação e no primeiro ano é devido a alta RAF, assim a TCR foi mais influenciada pela RAF do que pela TAL. Resultados diferentes aos deste experimento foram reportados por Ruggieri et al. (1994) com menores valores de TCR sob desfolhações menos frequentes, os autores atribuíram este resultado a qualidade do material remanescente após a desfolhação caracterizada pela presença de folhas com baixa capacidade fotossintética.

Oliveira et al. (2000) estudaram *Cynodon* sp. e idades de corte, e encontraram resultados semelhantes, com redução na TCR de 0,12 a 0,026 g g⁻¹ dia⁻¹, de 14 a 70 dias e maior declínio até a idade de 35 dias, e TCR de 0,066 e 0,042 g g⁻¹ dia⁻¹ de 28 e 42 dias, respectivamente. Gomide (1996) estudou cinco *Cynodon* sp. incluindo o Tifton 85 e encontrou maior TCR (0,084 g g⁻¹ dia⁻¹) de 21 a 28 dias comparado a 0,026 g g⁻¹ dia⁻¹ de 28 a 35 dias.

Tabela 6 – Taxa de crescimento relativo (TCR) de duas frequências de desfolhações em dois anos

Frequência de desfolhações (dias)	Ano		Média
	2011/2012	2012/2013	
	----- g g ⁻¹ dia ⁻¹ -----		
28	0,20 Aa †(0,001)	0,15 Ab (0,001)	0,17
42	0,13 Ba (0,001)	0,10 Bb (0,001)	0,11
Média	0,16	0,12	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste T (P>0,05). † = Erro padrão da média.

Santos Jr. et al. (2004) estudou idades de corte e doses de nitrogênio em capim Marandu e também encontraram decréscimo com maiores idades de corte, apresentando a menor TCR em todas as doses nitrogenadas com 56 dias. Giacomini et al. (2009) também estudaram o capim Marandu e interceptação luminosa e encontraram decréscimo na TCR quando a interceptação foi 100% comparada a 95%. Silva (2012) reportou TCR semelhante nas frequências de 28 e 42 dias no capim Jiggs e Tifton 85 na primavera e verão.

Os valores de TCR apresentados neste experimento foram maiores do que o relatado na literatura, devido provavelmente a forma de cálculo adotada para as características de análise de crescimento que consideraram somente folhas e colmos + bainhas, enquanto outros autores consideraram a parte aérea total (incluindo o material morto). Uma desvantagem de usar a parte aérea total nos cálculos de TAL pode ser que este seja subestimado devido a presença de material senescente, consequentemente levando a uma menor TCR.

2.4 Conclusões

O Mulato II é uma boa opção forrageira para intensificar e para a diversificação de áreas de pastagens tropicais devido a altos valores de IAF, TCC, RPF e RAF. A TCC é similar no Mulato II e no Tifton 85, mas a RPF é maior no Mulato II, sugerindo que este capim tem maior massa de folhas. Esta é uma característica desejável, uma vez que as folhas são consideradas mais eficientes para realizar fotossíntese e além disso possuem maior valor nutritivo, resultando em maior seletividade pelos animais. Por outro lado, o Tifton 85 possui menor IAF residual, mas tem alta TAL e alcança TCC similar ao capim Mulato II, sendo também uma boa opção forrageira. O Mulato II e o Tifton 85 utilizaram mecanismos diferentes para alcançar a mesma TCC. Independente do capim estudado, a TCC foi maior com 42 dias de rebrotação, mas a TCR foi maior com 28 dias. Apesar da RPF ser maior com 42 dias indicando maior alocação de assimilados para as folhas, a RAF foi maior com 28 dias,

sugerindo maior área foliar, que esta relacionada com massa de forragem. Assim, 28 dias de rebrotação é melhor pois prioriza alta produção de folhas. Os três capins estudados tiveram os maiores resultados para todas as características de análise de crescimento no primeiro ano, sugerindo melhores resultados quando as condições ambientais, principalmente pluviosidade, são apropriadas.

Referências

ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p.2164-2173, 2005.

ANDRADE, A.C.; DA FONSECA, D.M.; LOPES, R.S.; NASCIMENTO JR, D.; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; PEREIRA, D.H.; REIS, S.T. Análise de crescimento do capim elefante ‘napier’ adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.415-423, 2005.

BARKER, D.J.; FERRARO, F.P.; NAVE, R.L.G.; SULC, F.L.; ALBRECHT, K.A. Analysis of herbage accumulation rate using Gompertz equations. **Agronomy Journal**, Madison, v.102, p.849-857, 2010.

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

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

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

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

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, EMBRAPA: Produção de informação, 2006. 306p.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/377/DesktopDefault.aspx?PageID=377#ancor>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

FARIA, A.F.G.; PEDREIRA, C.G.S.; PEQUENO, D.N.; NGULUVE, D.W.; SILVA, L.S.

Carbon Assimilation estimate in canopies of palisadegrass and bermudagrass genotypes. In: ASA, CSSA, AND SSSA ANNUAL MEETINGS, 2012, Cincinnati. **Proceedings...**Cincinnati, 2012.

FARIA, A.F.G.; PEQUENO, D.N.L.; SILVA, L.S.; NGULUVE, D.W.; SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S. Root:shoot ratio of three forage genotypes in response to clipping frequency irrigated and non-irrigated. In: ASA, CSSA, AND SSSA ANNUAL MEETINGS, 2013, Tampa. **Proceedings...**Tampa, 2013.

GIACOMINI, A.A.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; ZEFERINO, C.V.; SOUZA JR, S.J.; TRINDADE, J.K.; GUARDA, V.D.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Growth of Marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.66, p.733-741, 2009.

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

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

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

HEGGENSTALLER, A.H.; LIEBMAN, M.; ANEX, R.P. Growth analysis of biomass production in sole-crop and double-crop corn systems. **Crop Science**, Madison, v.49, p.2215-2224, 2009.

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

HODGSON, J. **Grazing management: Science into practice**. London: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

HUNT, R. 1982. **Plant growth curves: The functional approach to growth analysis**. Baltimore:University Park Press, 1982. 124p.

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

HUNT, R. Growth analysis, individual plants. In: THOMAS, B.; MURPHY, D.J.; MURRAY, D. (Ed.). **Encyclopedia of applied plant sciences**. London: Academic Press, 2003. p.579588.

JONES, M.A.; CHRISTIANS, N.E. Lateral spread and dry matter partitioning of creeping Bentgrass cultivars. **Crop Science**, Madison, v.52, p.393-399, 2012.

LIMAO, V.A. Padrões de crescimento de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo. 2010. 112p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

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

LUDLOW, M.M.; WILSON, G.L. Studies on the productivity of tropical pasture plants. II. Growth analysis, photosynthesis, and respiration of 20 species of grasses and legumes in a controlled environment. **Australian Journal Agriculture Research**, Collingwood, v.21, p.83-194, 1970.

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

PEQUENO, D.N.L. **Agronomic performance and adaptation of the CROPGRO - Perennial Forage Model to predict growth of three tropical forage grasses under irrigated and rainfed conditions**. 2014. 114p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

PEREIRA, M.C.; MARASSATTO, C.M.; FARIA, A.F.G.; PEDREIRA, C.G.S. Fotossíntese foliar e modelagem da assimilação em dosséis de capim Marandu e capim Mulato II irrigados e não irrigados. In: SIICUSP SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20.,2012, Piracicaba. **Resumos...**Piracicaba, 2012.

PINTO, J.C. **Crescimento e desenvolvimento de *Andropogon gayanus* Kunt, *Panicum maximum* Jacq. e *Setaria anceps* Stapf ex Massey cultivadas em vasos, sob diferentes doses de nitrogênio**. 1993. 83p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

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

RECHEL, E.A.; NOVOTNY, T.J. Growth analysis of Alfafa subjected to harvest traffic. **Crop Science**, Madison, v.36, p.1006-1011, 1996.

ROBSON, M.J. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. I. Leaf growth and dry weight change as related to the ceiling yield of a seedling sward. **Annals of Botany**, Oxford, v.37, p.487-500, 1973.

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

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Sete Lagoas, v.6, p.133-137, 1998.

RUGGIERI, A.C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E.B. Características de crescimento e produção de matéria seca da *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf. cv. Marandú em função de níveis de nitrogênio e regimes de corte. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 51, p.149-155, 1994.

SALO, W.L. **A study of the net assimilation rate and leaf area index of alfalfa and birdsfoot trefoil**. Dados não publicados. M.S. Report, Madison: University of Wisconsin, 1962.

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

SAS INSTITUTE. **SAS® deployment wizard and SAS® deployment manager 9.4: user's guide**. Cary, 2013. 76p.

SILVA, V.J. **Desempenho produtivo e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta a frequência de desfolhação**. 2012. 84p.Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

SMITHY, D. Carbohydrate root reserves in alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoil under several management schedules. **Crop Science**, Madison, v.2, p.75-78, 1962.

SMITH, D.; NELSON, C.J. Growth of Birdsfoot Trefoil and Alfafa. III. Changes in carbohydrate reserves and growth analysis under field conditions. **Crop Science**, Madison, v.8, p.25-28, 1968.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**, Centerton, v.8, p.1104-1955, 1955.

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

3 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE DUAS *Brachiaria* sp. À FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO

Resumo

O entendimento dos processos de crescimento e desenvolvimento de forrageiras permite a definição de estratégias de manejo eficientes. Pelo estudo da morfogênese, é possível descrever os processos de crescimento, adaptação ecológica e dinâmica do acúmulo de forragem, contribuindo para o planejamento e adoção de práticas de manejo adequadas a cada tipo de planta forrageira. O objetivo foi descrever e explicar o efeito de duas frequências de desfolhação (28 e 42 dias) sobre as características morfogênicas do Convert HD 364[®] (Mulato II) (*Brachiaria* híbrida CIAT 36061), e do Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) RD Webster [syn. *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf]; CIAT 6297}. O experimento foi realizado em Piracicaba – SP durante dois anos. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados em arranjo fatorial (2 x 2) com 4 repetições. As variáveis avaliadas foram: taxa de aparecimento de folhas (TAPF), taxa de alongamento de folhas (TALF), filocrono, número de folhas vivas (NFV), taxa de alongamento de colmos (TALC) e taxa de senescência folhas (TSF). A TAPF e a TALF foram maiores no Marandu do que no Mulato II com TAPF de 0,099 e 0,087 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ e TALF de 1,01 e 0,84 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ em Marandu e Mulato II. O filocrono foi maior no Mulato II (13,04 dias) do que no Marandu (10,85 dias). Houve interação frequência x ano para o filocrono, e aos 28 dias de frequência de corte o menor filocrono foi no ano 1 (10,48 dias), e com 42 dias não houve diferença entre anos (10,91 e 11,27 dias) no ano 1 e no ano 2. A TALF, TALC e TSF foram maiores na frequência de 42 dias em relação a 28 dias, com TALF de 0,60 e 1,25 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, TALC de 0,72 e 2,22 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, e TSF de 0,02 e 0,04 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ aos 28 e 42 dias. Houve interação frequência x ano e genótipo x frequência para o NFV. Este foi maior no ano 1 tanto aos 28 (2,59 folhas perfilho⁻¹) quanto aos 42 dias de rebrotação (3,83 folhas perfilho⁻¹), e aos 42 dias nos dois anos com 3,83 e 3,10 folhas perfilho⁻¹. O NFV foi igual no Marandu (2,50 folhas perfilho⁻¹) e Mulato II (2,43 folhas perfilho⁻¹) com 28 dias de frequência de corte e maior no Marandu com 42 dias de rebrotação (3,71 folhas perfilho⁻¹). Tanto o Marandu quanto o Mulato II tiveram maior NFV com 42 dias de frequência de desfolhação. O Marandu tem vantagens sobre o Mulato II pois apresentou maiores taxas de crescimento (TAPF, TALF, NFV) e menor filocrono. Apesar do Marandu ser superior ao Mulato II isso não refletiu em maior acúmulo de forragem e valor nutritivo, devido à DPP ter sido maior no Mulato II. Houve maior TALC e TSF com 42 dias, portanto 28 dias é melhor para evitar altas TALC. Quando houver pluviosidade adequada é necessário a utilização de menor frequência de desfolhação (28 dias) para aumentar a eficiência de colheita da forragem.

Palavras-chave: Taxa de aparecimento de folhas; Taxa de alongamento de folhas; Número de folhas vivas por perfilho; Filocrono, Mulato II; Marandu

Abstract

Understanding the growth and development of forage plants is essential to developing strategies for efficient management. With the morphogenesis study is possible to describe the growth processes, adaptation and ecological dynamics of herbage accumulation of forage species, contributing to the planning and adoption of practices appropriate to each type of forage. Thus, the objective of the study was to describe and explain the effect of two harvest frequencies (28 and 42 days) for two years in the morphogenesis of the Mulato II (Convert HD 364 ®) and Marandu palisadegrass. The trial was carried out at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, in Piracicaba - SP. The experimental design was a randomized complete block with treatments corresponding to all possible combinations between grass and harvest frequency in a complete factorial arrangement and four replications. Response variables included: leaf appearance rate (LAR), leaf elongation rate (LER), phyllochron, number of live leaves (NLL), stem elongation rate (SER) and leaf senescence rate (LSR). The LAR and LER were higher in Marandu palisadegrass than Mulato II with 0.099 and 0.087 leaves tiller⁻¹ day⁻¹ of LAR and 1.01 and 0.84 cm tiller⁻¹ day⁻¹ of LER in Marandu and Mulato II. The phyllochron was higher in Mulato II (13.04 days) compared to Marandu (10.85 days). There was a harvest frequency x year interaction to phyllochron. With 28 days of harvest frequency lower phyllochron was in first year (10.48 days), and with 42 days there was no difference among the two years studied (10.91 and 11.27 days) in year 1 and year 2 respectively. The LER, SER and LSR were higher with 42 days of harvest frequency than 28 days, with 0.60 and 1.25 cm tiller⁻¹ day⁻¹ of LER, 0.72 and 2.22 cm⁻¹ tiller day⁻¹ of SER and 0.02 and 0.04 cm tiller⁻¹ day⁻¹ of LSR to 28 and 42 days, respectively. There was interaction among harvest frequencies x year and among cultivars x harvest frequencies to NLL. This was higher in first year to 28 (2.59 leaves tiller⁻¹) and to 42 days of regrowth (3.83 leaves tiller⁻¹), and with 42 days in two years studied with 3.83 and 3.10 leaves tiller⁻¹, respectively. NLL was similar in Marandu palisadegrass (2.50 leaves tiller⁻¹) and Mulato II (2.43 leaves tiller⁻¹) to 28 days of harvest frequency and higher in Marandu palisadegrass to 42 days of regrowth (3.71 leaves tiller⁻¹). Both, Marandu palisadegrass and Mulato II had higher NFV with 42 days of harvest frequency. Marandu is the best because it presented the highest growth rates (LAR, LER, NLL) and lowest phyllochron. Despite Marandu was better than Mulato II, it did not reflect in greater herbage accumulation and nutritive value, due greater TDP in Mulato II. There was highest SER and LSR with 42 days, so 28 days is best to avoid high SER. When there is adequate precipitation, lowest frequency (28 days) increase harvest efficiency.

Keywords: Leaf appearance rate; Leaf elongation rate; Number of live leaves; Phyllochron; Mulato II; Marandu

3.1 Introdução

Compreender o crescimento e o desenvolvimento das plantas forrageiras é fundamental para a definição de estratégias de manejo de colheita eficientes. Por meio da morfogênese é possível conhecer detalhadamente as mudanças na morfologia da planta ao longo do tempo, as quais determinam sua produtividade. Além disso, possibilita acompanhar a dinâmica do

desenvolvimento de folhas e perfilhos, que constituem a produção primária da planta forrageira (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2002). Pelo estudo da morfogênese, é possível descrever os processos de crescimento, adaptação ecológica e dinâmica do acúmulo de forragem de espécies forrageiras, contribuindo para o planejamento e adoção de práticas de manejo adequadas a cada genótipo (RODRIGUES et al., 2012).

A morfogênese vegetal pode ser definida como a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Considerando uma pastagem em crescimento vegetativo, em que predominantemente folhas são produzidas, a morfogênese pode ser descrita por três características principais: taxa de aparecimento de folhas, taxa de alongamento de folhas, e duração de vida das folhas (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Essas características são determinadas geneticamente mas podem ser influenciadas pelo ambiente e determinam as principais características estruturais do dossel, entre as quais se destacam a densidade populacional de perfilhos e o número de folhas vivas por perfilho (CAUDURU et al., 2006). Desta forma, os dosséis forrageiros podem ser considerados como sistemas dinâmicos, onde alterações nas características morfogênicas determinam modificações na estrutura, que por sua vez, resultam em mudanças no índice de área foliar (IAF) e, conseqüentemente, na qualidade da luz interceptada (FERLIN et al., 2006).

O conhecimento do processo de crescimento de novos genótipos forrageiros por meio de estudos de morfogênese é o passo inicial para a definição de estratégias do manejo de pastagens. Apesar da ampla adaptação e uso do capim Marandu no Brasil, a diversificação das plantas forrageiras em pastagens pode minimizar os riscos e a dependência de uma única espécie ou cultivar, bem como melhorar a produção e a distribuição da produção de forragem ao longo do ano (PEDREIRA, 2006).

O CIAT possui um programa de melhoramento de forrageiras tropicais por meio da implementação de um projeto (“Proyecto de Forrages Tropicales”, ou Projeto de Forragens Tropicais) para o desenvolvimento de novos cultivares de *Brachiaria*. Como resultado do projeto, um híbrido chamado Mulato II foi lançado. No Brasil os direitos de comercialização pertencem à Dow AgroSciences, que comercializa o material com o nome Convert HD 364.

O capim Mulato II ou Convert HD 364 é uma gramínea perene, com hábito de crescimento semi-ereto e destaca-se por sua boa adaptação a diferentes ambientes edáficos (incluindo solos ácidos de baixa fertilidade e saturação hídrica moderada), boa tolerância à seca, facilidade de estabelecimento por sementes, boa produção de sementes (150 a 420 kg ha⁻¹), tolerância à cigarrinha das pastagens, crescimento vigoroso, alta produção de massa seca e alta qualidade da forragem produzida. Isso resulta em alto consumo animal que, por sua vez,

se traduz em maior produção de leite e carne (ARGEL et al., 2007).

Avanços na produção de ruminantes em pastagens por meio da introdução de novos genótipos forrageiros são ainda maiores quando práticas de manejo adequadas são utilizadas dentro dos limites de tolerância à desfolhação em vários ambientes (LANA SOUSA et al., 2011). Segundo Lara e Pedreira (2011) o manejo equivocado pode causar prejuízos à estrutura do dossel além de perdas por senescência, com efeitos negativos sobre o desempenho animal e a perenidade das pastagens. Desta forma, estudos de características morfogênicas de espécies forrageiras tropicais e suas respostas a intervalos de desfolhação são essenciais para que comparações do potencial das opções forrageiras sejam valiosas. O objetivo com o presente trabalho foi descrever e explicar o efeito de duas frequências de desfolhação (28 e 42 dias) nas características morfogênicas do capim Mulato II e do capim Marandu.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba-SP, (22°42'30" S, 47°30'00" W, altitude 580m), durante o verão agrostológico (Setembro a Março de 2011/2012 e 2012/2013). A região apresenta clima Cw segundo Köppen, ou seja, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco (PEEL et al., 2007). A precipitação pluvial média anual é de 1247 mm/ano (CERVELLINI et al., 1973), e a temperatura oscila entre aproximadamente 10°C e 35°C. Os dados climáticos do período experimental (Tabela 1) foram obtidos no posto meteorológico localizado a 1,8 km da área experimental.

O balanço hídrico foi calculado de acordo com Rolim et al. (1998) utilizando o método de Thornthwaite e Mather (1955) (Figura 1).

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico típico (EMBRAPA, 2006). Na análise química (RAIJ et al., 2001) foram obtidos: P resina, 38 mg dm⁻³; MO, 24 g dm⁻³; pH em CaCl₂, 5,5; K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al, SB e CTC, 6,0; 75; 25; 34; 106; e 140 mmol_c dm⁻³, respectivamente; e V de 76%. O nitrogênio foi aplicado na forma de NH₄NO₃ após cada corte totalizando 200 kg ha⁻¹ de N durante o período experimental.

Tabela 1 - Dados meteorológicos mensais da área experimental durante o período de avaliação e média histórica (1917-2013), em Piracicaba-SP

Variável climática	Set.	Out.	Nov.	Dec.	Jan.	Fev.	Mar.
<u>Ano 1</u>							
Radiação Solar (MJ m ⁻²)	23,4	21,3	24,9	25,4	21,7	24,6	23,7
Temperatura Max. (°C)	30,3	29,6	29,4	30,7	29,2	33,1	31,6
Temperature Min. (°C)	12,9	17,1	16,6	18,6	18,5	20,1	18,8
Pluviosidade (mm)	1,7	193,9	155,3	153,4	214,9	138,7	61,5
<u>Ano2</u>							
Radiação Sola (MJ m ⁻²)	21,2	23,7	24,1	24,6	21,0	22,4	19,4
Temperatura Max (°C)	30,6	33,0	30,9	33,1	30,3	32,6	31,6
Temperature Min. (°C)	14,6	17,9	18,1	21,3	19,4	20,4	20,0
Pluviosidade (mm)	40,9	70,3	97,9	191,4	224,7	110,7	135,8
<u>1917-2013</u>							
Temp. Max. hist. (°C)	28,2	29,1	29,6	29,7	29,9	30,0	30,0
Temp. Min. hist. (°C)	13,5	15,8	16,8	18,3	19,0	19,0	18,0
Pluvios. hist. (mm)	61,3	110,4	130,6	199,7	231,6	181	143

Figura 1 - Balanço hídrico de Abril de 2011 a Abril de 2013 em Piracicaba, SP, Brasil. PET: Potencial evapotranspiração; RET: Evapotranspiração de referência; Capacidade de retenção de água de 40 mm

A área foi estabelecida com o capim Mulato II, e *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf cv. Marandu em outubro de 2010 em parcelas de 4- x 5-m. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados em arranjo fatorial (2 x 2) com 4 repetições. Os tratamentos

foram todas as combinações entre os dois cultivares e 2 frequências de desfolhação (28 e 42 dias). As parcelas foram colhidas mecanicamente a 10 cm de altura durante o período experimental. Todas as avaliações foram feitas em um ciclo representativo da estação da primavera e do verão, denominados “ciclos acompanhados”, durante o período de Setembro de 2011 a Março de 2012 e Setembro de 2012 a Março de 2013 (Figura 2). Foi feita então uma média dos dados referentes aos ciclos acompanhados de primavera e verão de forma que os dados ficassem agrupados e representassem o verão agrostológico.

Figura 2 – Cronograma de colheita de forragem e seleção dos ciclos detalhados do experimento.

Foram aplicados $30,68 \text{ kg ha}^{-1}$ de N no tratamento de 28 dias (6 cortes) e $46,03 \text{ kg ha}^{-1}$ de N no tratamento de 42 dias (4 cortes), totalizando aplicação de 200 kg ha^{-1} de N nas duas frequências de corte no final do período experimental, na forma de NH_4NO_3 .

Para a avaliação das características morfogênicas foram marcados cinco perfilhos dentro de duas linhas de um metro linear, sendo que cada perfilho tinha 20 cm de distância um do outro, perfazendo um total de 10 perfilhos por parcela. Os perfilhos foram numerados e identificados por meio de braçadeiras plásticas. Foram marcados perfilhos basais no pós corte de acordo com os tratamentos de frequências de desfolhação (28 e 42 dias), os quais foram avaliados a cada três dias.

Cada uma das folhas destes perfilhos foram avaliadas após a marcação das mesmas no pós corte, a cada três dias até o momento do novo corte, de acordo com as frequências de desfolhações avaliadas. Cada folha foi avaliada com relação a: (a) comprimento da lâmina foliar; (b) classificada como folha em expansão, expandida, senescente e morta. Folhas foram classificadas como em expansão quando suas lígulas não estavam expostas; expandidas

quando a lígula era visível; senescentes quando parte do limbo foliar apresentava sinais de senescência (necrose e amarelecimento); e mortas quando mais de 50% do limbo foliar estava senescido.

O comprimento das folhas foi medido de acordo com o estágio de desenvolvimento. Para as folhas expandidas, foi medido o comprimento da ponta da folha até a lígula. Nas folhas em expansão, o mesmo procedimento foi adotado, porém, considerando-se a lígula da última folha expandida como referencial de medida. Nas folhas em senescência foi considerada, por avaliação visual, a porcentagem do limbo foliar comprometida pela senescência. O comprimento do colmo foi medido desde o nível do solo até a lígula da folha mais jovem completamente expandida. As variações em tamanho de cada folha e colmo, a cada data de amostragem, possibilitaram o cálculo das taxas de crescimento e senescência.

A densidade populacional de perfilhos foi feita por meio da contagem do número de perfilhos presentes dentro de duas molduras retangulares de metal com 0,1 m² de área (0,2 x 0,5 m), totalizando 0,2 m². Os perfilhos foram contados no pré-corte nos ciclos acompanhados.

A partir dessas informações foram calculadas as seguintes variáveis morfogênicas:

- **taxa de aparecimento de folhas** – TAPF (folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹): divisão do número médio de folhas surgidas por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliação;
- **filocrono** – Filo (dias folhas⁻¹ perfilho⁻¹): inverso da taxa de aparecimento de folhas;
- **taxa de alongamento de folhas** – TALF (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): divisão da variação média do comprimento das lâminas foliares em expansão por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliação;
- **taxa de alongamento de colmos** – TALC (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): divisão da variação média em comprimento de colmo por perfilho pelo número de dias do período de avaliação;
- **taxa de senescência de folhas** – TSF (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): divisão da variação média em comprimento da porção senescente da lâmina foliar por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliações;
- **número de folhas vivas por perfilho** – NFV: obtido a partir do número médio de folhas em expansão, expandidas e em senescência por perfilho. Foram excluídas as folhas que apresentassem mais de 50% do limbo foliar em processo de senescência;

- **Densidade populacional de perfilhos** – DPP (perfilhos m²): número de perfilhos por unidade de área.

Os dados foram agrupados em verão agrostológico (média do ciclo acompanhado dos dados coletados na primavera e no verão) nos dois anos experimentais. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS[®] (*Statistical Analysis System*), (LITTEL et al., 2006). Os capins, frequências de desfolhação, anos e suas interações foram considerados efeitos fixos. Na escolha da matriz de covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC) (WOLFINGER, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”), usando o teste “t e um nível de probabilidade de 5%.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Taxa de aparecimento de folhas

Não houve interação cultivar x frequência para taxa de aparecimento de folhas (TAPF), sendo esta maior ($P = 0,0002$) no capim Marandu do que no Mulato II (Tabela 2), ainda que a diferença numérica tenha sido pequena. Isso provavelmente está relacionado com o fato de que os dois capins são parecidos do ponto de vista fisiológico, uma vez que o Mulato II foi originado a partir de acessos incluindo o capim Marandu (ARGEL et al., 2007). Entretanto, os dois cultivares foram diferentes, mostrando que podem existir diferenças nas características morfogênicas mesmo em cultivares do mesmo gênero.

De acordo com Alexandrino et al. (2004) a TAPF é uma resposta de importância central na morfogênese e é a característica que menos responde a variações de manejo. Concordando com os resultados obtidos no presente experimento, esses mesmos autores testaram três doses de adubação nitrogenada e oito idades de corte no capim Marandu e não observaram diferenças do manejo para a TAPF. Resultados semelhantes também foram encontrados por Silva e Alexandrino (2013) num estudo com capim Mulato II mantido a alturas de 20, 30, 40 e 50 cm sob lotação contínua e não encontraram diferença na TAPF entre as alturas estudadas.

Tabela 2 – Taxa de aparecimento de folhas (TAPF), filocrono e taxa de alongamento de folhas (TALF) de dois cultivares de *Brachiaria*

Cultivar		Média
Marandu	Mulato II	
TAPF		
----- folhas perfilho ⁻¹ dia ⁻¹ -----		
0,099 a † (0,001)	0,087 b (0,001)	0,08
Filocrono		
----- dias folha ⁻¹ perfilho ⁻¹ -----		
10,85 b (0,43)	13,04 a (0,43)	11,94
TALF		
----- cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹ -----		
1,01 a (0,04)	0,84 b (0,04)	0,92
DPP		
----- perfilho m ⁻² -----		
1580 b (27,28)	1671 a (27,28)	1625

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste T ($P>0,05$). † = Erro padrão da média.

Valores de TAPF semelhantes aos encontrados no presente estudo foram relatados por Fleitas et al. (2014) com 0,08 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ para capim Mulato II na primavera. Silva e Alexandrino (2013) mediram TAPF de 0,09 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ no mesmo capim. Contudo, Santana et al. (2008) observaram valores superiores de 0,16 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ de TAPF em Mulato II na dose zero de N e 0,20 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ na dose de 240 mg dm⁻³ de N. Os maiores valores medidos no presente estudo podem ser devido ao experimento de Santana et al. (2008) ter sido conduzido em casa de vegetação e em menor tempo de avaliação. Barbero (2011) encontrou valores semelhantes aos do presente experimento no final da primavera – 16/11/2008 a 31/12/2008 (0,07 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) e valores maiores no verão 1 – 14/02/2008 a 31/03/2008 e verão 2 - 01/01/2009 a 31/03/2009 (0,12 e 0,13 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) em capim Mulato I sob desfolhação intermitente, colhido sempre que o dossel apresentava 95% de interceptação luminosa. Em estudo de características morfogênicas em casa de vegetação com três cultivares de *Brachiaria brizantha* (Marandu, Xaraés e Piatã) os valores de TAPF foram 0,05 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ em Marandu e Xaraés e 0,07 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ em Piatã (SILVA et al., 2013).

Apesar da TAPF do Marandu ser pouco superior à do Mulato II, isso pode representar uma vantagem para esse cultivar, uma vez que altas TAPFs podem reduzir a probabilidade de desfolhação (BRISKE et al., 1991), pois mesmo com desfolhações, mais folhas continuam aparecendo. Assim, valores altos de TAPF podem representar maior probabilidade de escape

à desfolhação. Resultados semelhantes aos do presente estudo, com diferentes TAPFs no Marandu e Mulato II, foram reportados por Silva et al. (2013) com diferentes TAPFs em cultivares de *Brachiaria brizantha* (Marandu, Piatã e Xaraés). A TAPF é considerada a característica morfogênica de maior importância por influenciar diretamente os componentes estruturais do dossel (NFV e DPP), e sob condições ambientais ou de manejo adversos como temperatura, intensidade luminosa, fotoperíodo e disponibilidade de água e nutrientes é a última característica da planta a ser afetada (SOUSA et al., 2010; LEMAIRE et al., 2011). A TAPF interfere na taxa potencial de produção de perfilhos (DAVIES, 1974), que por sua vez, interfere na densidade populacional de perfilhos (BAHMANI et al., 2000), pois cada gema axilar, associada ao surgimento de uma folha pode potencialmente resultar num novo perfilho, mudando as características estruturais do dossel. Assim, a produção de forragem é função do aparecimento e alongamento foliar, os quais influenciam o perfilhamento e definem o IAF dos pastos para uma dada condição de manejo e ambiente (BARBERO, 2011).

3.3.2 Filocrono

O filocrono foi diferente nos dois cultivares avaliados ($P = 0,0020$), com maior filocrono no capim Mulato II (Tabela 2). O filocrono varia conforme a espécie forrageira (PACIULLO et al., 2003), e no presente estudo constatou-se que, assim como na TAPF, houve variações entre o capim Marandu e o Mulato II que foi originado a partir de acessos incluindo o capim Marandu. O filocrono é um índice que permite prever o aparecimento de folhas pois é o resultado do inverso da taxa de aparecimento foliar e indica o tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas (KLEPPER et al., 1982; KIRBY, 1995; WILHELM; MCMASTER, 1995; LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). Por essa razão, é esperado que o padrão de resposta de filocrono seja análogo a TAPF, porém de forma inversa ao descrito para a TAPF (BARBERO, 2011). O menor tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas do capim Marandu é uma vantagem para este cultivar, uma vez que resulta em maior capacidade de reposição dos tecidos (MARTUSCELLO et al., 2005). Após a desfolhação, uma rápida recuperação do aparato fotossintético possibilita maior capacidade competitiva dos indivíduos na comunidade vegetal, mas pode acelerar o processo de senescência e reduzir o tempo de vida da folha (SANTANA et al., 2008).

Houve interação frequência x ano ($P = 0,0024$) para o filocrono (Tabela 3). Na frequência de 28 dias o menor filocrono foi observado no Ano 1, e sob o calendário de 42 dias não houve diferença entre anos. Isso pode estar relacionado com menor pluviosidade no Ano 2, principalmente em outubro e novembro (Tabela 1; Figura 1). Além disso, o efeito da menor

disponibilidade de água pode ter causado a menor eficiência no uso de N e estes dois fatores levado a um maior intervalo (dias) para o aparecimento de duas folhas consecutivas. No ano 1 não houve diferença entre as duas frequências para o filocrono, mas no ano 2 o filocrono foi menor aos 42 dias de rebrotação. Consistente com os resultados do presente estudo, Paciullo et al. (2003) relataram que pode haver variações de filocrono com condições de luz, temperatura e umidade do solo. Lara e Pedreira (2011) observaram situação desfavorável em cultivares de *Brachiaria brizantha* ao serem submetidas à baixa precipitação pluvial associadas a diminuição da temperatura e do fotoperíodo. No presente experimento foi observado maior filocrono com menor precipitação pluvial. Assim, observa-se que no presente experimento e em outros estudos, sob condições climáticas desfavoráveis como baixa precipitação e consequentemente menor umidade do solo, o intervalo entre duas folhas consecutivas é maior.

Tabela 3 – Filocrono e número de folhas vivas (NFV) de duas frequências de desfolhação em dois anos

Frequência de desfolhação (dias)	Ano		Média
	2011/2012	2012/2013	
	Filocrono		
	----- dias folha ⁻¹ perfilho ⁻¹ -----		
28	10,48 Ab † (0,61)	15,11 Aa (0,61)	12,79
42	10,91 Aa (0,61)	11,27 Ba (0,61)	11,09
Média	10,69	13,19	
	NFV		
	----- folhas perfilho ⁻¹ -----		
28	2,59 Ba † (0,08)	2,34 Bb (0,08)	2,46
42	3,83 Aa (0,08)	3,10 Ab (0,08)	3,46
Média	3,21	2,72	
	DPP		
	----- perfilho m ⁻² -----		
28	1696 Aa † (38,59)	1297 Bb (38,59)	1496
42	1748 Aa (38,59)	1760 Aa (38,59)	1754
Média	1722	1528	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste T (P>0,05). † = Erro padrão da média.

3.3.3 Taxa de alongamento de folhas

A taxa de alongamento de folhas (TALF) diferiu entre os capins (P = 0,0076) e as frequências (P <0,0001) sendo maior no capim Marandu (Tabela 2) e na frequência de 42 dias

(Tabela 4). Os resultados do presente experimento são consistentes com os observados anteriormente por Pinto et al. (1994) que afirmam que a TALF pode variar conforme o genótipo. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2013) com 0,77, 0,68 e 1,02 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ nos capins Marandu, Piatã e Xaraés, respectivamente. Fleitas et al. (2014) reportaram valor de 0,78 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ em capim Mulato II. Santana et al. (2008) mediram TALF de 1,3 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ no mesmo cultivar, valores um pouco maiores aos observados no presente estudo, devido provavelmente aos resultados serem referentes a experimento conduzido em casa de vegetação. Barbero (2011) em capim Mulato I mediu 0,82 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ no final da primavera e 2,01 e 2,27 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ nos dois verões de seu estudo.

Tabela 4 - Taxa de alongamento de folhas (TALF), taxa de alongamento de colmo (TALC) e taxa de senescência de folhas (TSF) em duas frequências de desfolhação

Frequência de desfolhação (dias)	TALF
	----- cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹ -----
28	0,60 b † (0,04)
42	1,25 a (0,04)
Média	0,92
	TALC
	----- cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹ -----
28	0,72 b (0,13)
42	2,22 a (0,13)
Média	1,47
	TSF
	----- cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹ -----
28	0,02 b (0,004)
42	0,04 a (0,004)
Média	0,03

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste T ($P > 0,05$). † = Erro padrão da média.

Da mesma forma que a TAPF, a TALF é uma variável importante no crescimento e desenvolvimento da planta forrageira, visto que, é resultado do efeito combinado da divisão e do alongamento celular (DURAND et al., 1999; TAIZ; ZEIGER, 2009). Assim, à medida que a TALF aumenta, ocorre incremento na proporção de folhas e, conseqüentemente, maior área

foliar fotossinteticamente ativa, e desta forma a TALF se correlaciona diretamente com o acúmulo de biomassa (HORST et al., 1978; MARTUSCELLO et al., 2005; ZANINI et al., 2012; LOPES et al., 2013), e com a produção por perfilho (NELSON et al., 1977), e negativamente com a densidade populacional de perfilhos (JONES et al., 1979) pois pastos densos possuem perfilhos menores com componentes morfológicos pequenos (SBRISSIA; DA SILVA, 2008).

Um fator importante na dinâmica de aparecimento e alongamento foliar é o genótipo (LARA; PEDREIRA, 2011). Maiores TALFs foram medidas nos capins Xaraés e Capiporã (1,45 e 1,38 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente) o que é uma característica de genótipos produtivos, mesmo que estes estejam sob diferentes condições de manejo (LARA; PEDREIRA, 2011). De forma análoga, no presente experimento, o capim Marandu foi superior ao Mulato II, com maior TALF além de maior TAPF e menor filocrono, o que sugere que o Marandu tem uma maior proporção de folhas. Esta é uma característica desejável, uma vez que é a parte das plantas mais eficientes em realizar fotossíntese, e possui alto valor nutritivo, o que favorece o consumo dos animais. No entanto, a proporção de folhas foi de 36 e 43% para o Marandu, e 40 e 44% para o Mulato II aos 28 e 42 dias, respectivamente. (Pequeno, 2014). O resultado de proporção de folhas similar nos dois cultivares apesar das maiores TAPF e TALF no capim Marandu pode ser devido à maior DPP no capim Mulato II (Tabela 2).

A maior TALF sob frequência de 42 dias é consistente com o reportado por Schnyder et al. (1999) que afirmaram que desfolhações frequentes provocam forte redução da TALF em função do decréscimo na taxa de produção celular e na duração da expansão celular. Entretanto, segundo Volenec et al. (1983), a TALF aumenta com maior frequência, embora os autores tenham ressaltado que os resultados são bastante contraditórios.

Maior TALF no capim Marandu também pode estar relacionada ao menor filocrono (Tabela 2). A relação entre a TALF e o filocrono vem sendo relatada em vários trabalhos (SKINNER; NELSON, 1995; FOURNIER et al., 2005; PEREIRA, 2009; e LARA; PEDREIRA, 2011). Segundo Lara e Pedreira (2011) para altas TALFs o filocrono é menor independente das condições pré e pós desfolhação.

3.3.4 Densidade populacional de perfilhos

A densidade populacional de perfilhos (DPP) diferiu entre capins ($P = 0,0247$) com maior DPP no capim Mulato II (Tabela 2). Houve interação frequência x ano ($P < 0,0001$). No ano 1 a DPP foi igual nas frequências (Tabela 3), e no ano 2 a DPP foi maior na

frequência de 42 dias. Para colheitas a cada 28 dias a DPP foi maior no ano 1, e para as de 42 dias foi igual nos dois anos. A DPP foi menor no capim Marandu devido provavelmente à maior TALF deste capim (Tabela 2), uma vez que a maior TALF diminui a incidência de luz na base dos perfilhos, que é um fator conhecido por interferir na capacidade de perfilhamento de gramíneas tropicais (CABRAL et al., 2012). Segundo os mesmos autores o aumento na TAPF, na TALF e na DPP leva a um maior acúmulo de forragem. Isso explica o fato do capim Marandu apresentar as maiores TAPF, TALF e o menor filocrono e ainda assim a proporção de folhas ter sido semelhantes nos dois capins, pois a DPP foi maior no Mulato II. O padrão de resposta observado nos dois capins mostra que as plantas possuem diferentes maneiras de utilizar as características morfogênicas e estruturais para aumentar a massa de forragem (RODRIGUES et al., 2009).

A DPP é uma característica estrutural de grande importância para a persistência e produtividade de pastagens. Os perfilhos individuais têm duração de vida limitada e variável, em consequência de fatores bióticos e abióticos, sendo que a população da pastagem é mantida por uma contínua reposição dos perfilhos mortos pelos novos que surgem (LARA; PEDREIRA, 2011). O potencial de perfilhamento de um genótipo forrageiro, em condições ambientais não limitantes, é determinado pelo número e atividade dos pontos de crescimento (meristemas) (PEREIRA, 2009). Assim, no presente experimento, a maior DPP no ano 1 sob o cronograma de 28 dias se deve à maior pluviosidade (Tabela 1; Figura 1), que provavelmente levou a um maior número e atividade dos pontos de crescimento. O balanço hídrico positivo no solo estimula o perfilhamento, aumentando a densidade populacional de perfilhos (DAVIES, 1971; LANGER, 1979). Por outro lado, no ano 2 notou-se que houve economia de recursos pela planta, pois de acordo com Lana Sousa et al. (2011) em condições de recursos limitados, como pluviosidade por exemplo, as plantas tendem a reduzir suas taxas de crescimento para minimizar danos causados por condições estressantes. Eckstein et al. (1999) e Da Silva e Sbrissia (2010) também afirmaram que a planta possui mecanismos de economia de recursos em condições adversas, podendo resultar em menor densidade populacional de perfilhos.

O perfilhamento é consequência, entre outros fatores, da quantidade e qualidade de radiação solar que atinge a base da planta. Desta forma, este estabelece gradualmente uma condição limitante para a penetração de luz, protegendo as folhas mais baixas e promovendo a senescência foliar. Quando a luz penetra no dossel, a luz vermelha é diminuída e a luz que alcança os estratos mais baixos é predominantemente a luz vermelho distante, resultando em menor taxa fotossintética, reduzindo assim a produção de perfilhos (LEMAIRE et al., 2011).

O sombreamento reduz a proporção de gemas que irá efetivamente dar origem a novos perfilhos, refletindo diretamente em menor DPP.

Zanini et al. (2012) encontraram menores DPP em pastos manejados com 98% de interceptação de luz. Os autores atribuíram o resultado à maior altura e a maior interceptação de luz pelo dossel comprometendo consequentemente o perfilhamento, devido a baixa quantidade e qualidade de luz na base do dossel (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993). Skinner e Nelson (1992) mediram menor perfilhamento em ambientes mais sombreados e forte competição entre perfilhos individuais por luz. No presente experimento houve maior DPP em dosséis colhidos a cada 42 dias em relação aos colhidos a cada 28 dias no segundo ano. Este padrão de resposta é diferente do relatado na literatura, provavelmente devido à IL ter sido de 87 e 90% no capim Marandu e 87 e 92% no Mulato II com 28 e 42 dias, respectivamente, conforme apresentado por Pequeno (2014). Os dois capins apresentaram dosséis com IL inferior a 95%, inclusive na frequência de 42 dias, permitindo assim maior penetração de luz, o que sugere que apesar de ter tido maior TALF sob o tratamento de 42 dias, não houve sombreamento suficiente para reduzir o perfilhamento.

3.3.5 Número de folhas vivas

Houve interação frequência x ano ($P = 0,0102$) e cultivar x frequência ($P = 0,0248$) para o número de folhas vivas por perfilho (NFV). O NFV foi maior no ano 1 tanto para 28 quanto para 42 dias, e para 42 dias nos dois anos experimentais (Tabela 3), devido as melhores condições climáticas registradas no ano 1, principalmente pluviosidade (Tabela 1; Figura 1). O NFV varia em função das características de ambiente e de manejo, como a condição hídrica do solo (MATTOS et al., 2005; SILVA et al., 2005) e frequência de desfolhação. O maior NFV sob 42 dias em relação a 28 pode ser devido à idade dos perfilhos, uma vez que dependendo do estágio de desenvolvimento e da idade do perfilho, o NFV pode variar (PAIVA et al., 2012).

O NFV foi igual nos dois capins sob o calendário de 28 dias e maior no Marandu sob o calendário de 42 dias (Tabela 5). Tanto o Marandu quanto o Convert HD 364 tiveram maior NFV com 42 dias. Vários autores afirmaram que o número de folhas vivas por perfilho é uma característica relativamente estável para um determinado genótipo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; NABINGER, 1996; MATTHEW et al., 2000; REZENDE et al., 2008) ou seja, quando uma folha senesce, surge uma nova folha no mesmo perfilho (HODGSON, 1990) desde que o perfilho não esteja em crescimento vegetativo (CASAGRANDE et al., 2010). Neste caso, segundo Oliveira et al. (1998), o perfilho apresenta número crescente de folhas vivas no início

da rebrotação, mas estabiliza-se com menor número de folhas vivas perfilho⁻¹, devido à senescência foliar.

NFV semelhante ao do presente estudo foi medido por Fleitas et al. (2014) com 3,43 folhas perfilho⁻¹ em Mulato II, e Castagnara et al. (2011) com 3,16; 3,21 e 3,09 folhas perfilho⁻¹ nos capins Mulato I, Tanzânia e Mombaça, respectivamente. Maiores NFVs foram reportados por Santana et al. (2008) com 4,74 folhas perfilho⁻¹ e por Silva e Alexandrino (2013) com 5,59 folhas perfilho⁻¹, os dois em Mulato II mantidos em casa de vegetação. Galzerano et al. (2013) também observaram NFVs superiores em capim Xaraés, com 4,74 e 4,65 folhas perfilho⁻¹.

O NFV é decorrente do limitado tempo de vida da folha e do aparecimento de novas folhas (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993), que é determinado por características genéticas e pode ser influenciado pelas condições ambientais e de manejo (REZENDE et al., 2008). Isso é consistente com o que foi medido no presente estudo, pois o NFV é normalmente constante para um determinado genótipo. Considerando que o Mulato II é resultado de cruzamento de três *Brachiarias* sp. entre elas o capim Marandu, houve diferença entre os dois cultivares estudados. No entanto, esta diferença entre os capins ocorreu somente quando associado as frequências de desfolhação (Tabela 5), com maior NFV no capim Marandu aos 42 dias de rebrotação. Além disso, os resultados de maior NFV no ano1 (Tabela 3) devido a maior pluviosidade (Tabela 1; Figura 1) confirmam a afirmação de Rezende et al. (2008) de que o NFV pode ser influenciado pelas condições ambientais.

O NFV é uma importante referência para o perfilhamento, uma vez que cada gema axilar, associada ao surgimento de uma folha pode potencialmente resultar num novo perfilho, mudando as características estruturais do dossel (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2002). O NFV, uma vez estável, também pode ser considerado um índice importante no manejo de pastagens para definir frequências de desfolhação e para maximizar a eficiência de colheita (GOMIDE, 1997; GOMIDE et al., 2003). Nesse contexto, o NFV expressa o potencial de assimilação de carbono e de produção de forragem ao nível de perfilho (LOPES et al., 2013). Essa variável apresenta, ainda, grande importância na avaliação e manejo das plantas forrageiras, por tratar-se do componente da biomassa com impacto sobre o atributo qualitativo, sendo a folha a fração mais selecionada pelos animais em pastejo, e por sua aplicação como critério de definição prático para a determinação do período de descanso (FULKERSON; DONAGHY, 2001). Venegas (2009) afirmou que a variável NFV é fundamental para qualquer cultura, pois a planta pode se manter verde por um maior período, translocando fotoassimilados.

Tabela 5 – Número de folhas vivas (NFV) de dois cultivares de *Brachiaria* em duas frequências de desfolhação

Frequências de desfolhação (dias)	Cultivar		Média
	Marandu	Mulato II	
	----- folhas perfilho ⁻¹ -----		
28	2,50 Ba † (0,08)	2,43 Ba (0,08)	2,46
42	3,71 Aa (0,08)	3,23 Ab (0,08)	3,47
Média	3,10	2,83	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste T ($P > 0,05$). † = Erro padrão da média.

3.3.6 Taxa de alongamento de colmo

Houve diferença de taxa de alongamento de colmo (TALC) entre as frequências de desfolhação ($P < 0,0001$) (Tabela 4) e anos ($P < 0,0001$), com maior TALC para 42 dias e no primeiro ano comparado ao segundo com 2,06 e 0,88 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Isso está provavelmente associado, no caso da frequência, à maior competição por luz na frequência de 42 dias associado com a maior quantidade de N aplicado na frequência de 42 dias de corte, e no segundo caso às melhores condições ambientais no ano 1, principalmente pluviosidade (Tabela 1; Figura1). Santos et al. (2011) e Sbrissia (2004) afirmaram que a maior TALC é o resultado da elevada competição por luz entre os perfilhos. Nessa condição a planta prioriza a alocação de carbono no alongamento dos entrenós para posicionar a nova área foliar nas camadas menos sombreadas do dossel (LEMAIRE, 2001).

Os resultados de TALC sugerem que 42 dias de intervalo entre desfolhações é um período longo, favorecendo o alongamento de colmos. Resultados semelhantes foram observados em vários estudos (SANTOS et al., 1999; ALEXANDRINO et al., 2005; CANDIDO et al., 2005; CARNEVALLI et al., 2006; BARBOSA et al., 2007). Intervalos de desfolhações longos estão associados a maiores densidades de biomassa total, mas também geralmente à menor densidade de folhas (STOBBS, 1973). Desta forma, a maior TALC, apesar de intensificar o acúmulo de forragem, pode comprometer a estrutura do dossel, diminuindo a relação folha/colmo. Por outro lado, o componente colmo em gramíneas forrageiras tropicais é uma variável morfogênica de relevância para o crescimento, pois influencia na manutenção da estrutura do dossel mantendo o distanciamento adequado entre as folhas e evitando um aumento no coeficiente de extinção luminosa (SUGIYAMA et al., 1985). Mesmo em condições de desenvolvimento vegetativo, há considerável alongamento de colmo (SBRISIA; DA SILVA, 2001). Estratégias de frequências e severidades contrastantes de desfolhação resultam em padrões variados de TALC, uma vez que interferem na

quantidade e qualidade da luz que atravessa o dossel, principalmente nas fases finais da rebrotação (DA SILVA et al., 2009).

Valores menores de TALC do que os observados no presente estudo foram relatados por Barbero (2011) com 0,06 e 0,10 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ no fim da primavera e 0,24 e 0,29 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ no segundo verão com 95 e 99% de interceptação luminosa, em capim Mulato I com 20 cm de altura pós pastejo. Santana et al. (2008) também mediram TALCs menores com 0,48 e 0,87 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ em capim Piatã com 5 e 20 cm de altura de corte, respectivamente. Também Silva et al. (2013) apresentaram TALC de 0,12; 0,18 e 0,22 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ em capim Marandu, Piatã e Xaraés, respectivamente. Silva e Alexandrino (2013) observaram 0,38 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ de TALC em capim Mulato II. Fleitas et al. (2014) mediram 0,18 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ também em capim Mulato II. Assim, confirma-se que 42 dias é um intervalo excessivamente longo entre desfolhações pois favorece o alongamento de colmos.

Apesar do alongamento de colmos estar positivamente correlacionado com a massa e o acúmulo de forragem (BARBOSA et al., 2007; CARNEVALLI et al., 2006), apresenta efeitos negativos na qualidade da forragem (CÂNDIDO et al., 2005; SILVA et al., 2007a) comprometendo o valor nutritivo (DA SILVA; CARVALHO, 2005; CARVALHO et al., 2001; CABRAL et al., 2012) e o aproveitamento pelos animais (SILVA et al., 2007b). Este último influencia no comportamento alimentar dos animais e no consumo de forragem (SILVA et al., 1994), devido à limitação física do aumento da participação da colmos e à seletividade dos animais para lâminas foliares (BENVENUTTI et al., 2006). Assim, aumentos de produtividade a partir do IAF crítico normalmente estão associados ao acúmulo de colmos e de material morto (SILVEIRA, 2010), e a eficiência de uso da forragem produzida é prejudicada (SILVA et al., 1994) reduzindo consequentemente o desempenho animal (ALMEIDA et al., 2000).

3.3.7 Taxa de senescência

Para taxa de senescência de folhas (TSF) houve efeito de frequência ($P = 0,0011$) e de ano ($P < 0,0001$), com maior TSF aos 42 dias (Tabela 4) e no ano 1 comparado ao ano 2, com 0,05 e 0,02 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Isso pode estar relacionado com os mesmos fatores que influenciaram a TALC, ou seja, competição por luz no caso de maior TSF aos 42 dias associado com a maior quantidade de N aplicado na frequência de 42 dias de corte, e maior pluviosidade no ano 1 (Tabela 1; Figura 1). Thomas e Stoddart (1980) afirmaram que a senescência, mesmo antes de ser visualizada na folha, é iniciada nas células e é geneticamente

programada, sendo uma das causas de variação a competição por luz. Pedreira et al. (2009) também atribuíram a maior TSF em pastos desfolhados quando a inteceptação luminosa atingia 98%, a uma maior competição por luz.

Galzerano et al. (2013) trabalhando com capim Xaraés observaram TSFs de 0,24 e 0,11 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ nos anos 1 e 2 de avaliação, respectivamente. Santana et al. (2008) relataram valores de 0,55 e 0,48 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ em capim Piatã nas alturas de corte de 5 e 20 cm, respectivamente, em casa de vegetação. Fleitas et al. (2014) encontraram 1,48 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ em Mulato II e Silva e Alexandrino (2013) 4,30 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ no mesmo cultivar. Barbero (2011) observou valores de 0,36 e 0,42 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ no final da primavera e 0,68 e 0,77 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ no segundo verão avaliado com 95 e 99% de inteceptação luminosa em capim Mulato I. Apesar dos efeitos de frequência e de ano, os valores de TSF foram sempre baixos quando comparados aos resultados observados na literatura, sugerindo que a frequência de 42 dias foi alta o suficiente para causar alongamento de colmo considerável, mas não o suficiente para resultar em alta TSF. As TSFs foram 30 e 31,25 vezes menores em relação aos resultados de TALF aos 28 e 42 dias de frequências de corte, respectivamente. Este resultado sugere que o manejo adotado, mesmo com 42 dias de frequência de corte, foi eficiente na colheita da forragem produzida.

A senescência de folhas é uma variável importante para o desenvolvimento vegetal (Quirino et al., 2000), e tanto o crescimento quanto a senescência foliar são afetados pelas condições climáticas e pelo manejo (MARTUSCELLO et al., 2005). Além disso, a TSF é característica importante também na composição morfológica final da forragem, uma vez que é desejável que a massa de forragem seja composta principalmente por tecidos vivos. Assim, quanto menor a TSF melhor o valor nutritivo da forragem (GALZERANO et al., 2013), embora isso só seja verdadeiro quando associado com baixas TALC. No presente estudo houve aumento na TALC de 28 para 42 dias (Tabela 4), o que pode estar relacionado a teores mais baixos de proteína bruta e maiores teores de fibra em detergente neutro aos 42 dias de rebrotação conforme reportado por Pequeno (2014).

3.4 Conclusões

O capim Marandu tem vantagens sobre o Mulato II pois apresentou as maiores taxas de crescimento (TAPF, TALF e NFV) e menor filocrono. Estes resultados sugerem que o capim Marandu teria também maior proporção de folhas, maior valor nutritivo e maior acúmulo de

forragem. No entanto houve menor proporção de folhas no Marandu, teor de PB, FDN e DIVMS similar nos dois cultivares e acúmulo anual de forragem igual aos 28 dias e menor no Marandu aos 42 dias de rebrotação. Conclui-se então que apesar do capim Marandu ser superior ao Mulato II isso não refletiu em maior acúmulo de forragem e valor nutritivo, provavelmente devido à DPP ter sido maior no Mulato II. A frequência de 42 dias resultou em maior TALC e TSF, mas as TSF foram baixas para as duas frequências quando comparadas com os resultados da literatura. Portanto 28 dias é a melhor opção para evitar altas TALC. No primeiro ano foram medidas as maiores TALC e TSF provavelmente devido à maior pluviosidade, reforçando a idéia que quando houver condições ambientais como temperatura, luminosidade e principalmente pluviosidade adequadas é necessário a utilização de menor frequência de desfolhação (28 dias) para aumentar a eficiência de colheita da forragem.

Referências

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.
- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M.; CANDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagem de capim- mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p.2174-2184, 2005.
- ALMEIDA, E.X.; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, O.E.L. RIBEIRO FILHO, H.M. N.; SETELICH, E.A. Oferta de forragem de Capim-Elefante Anão ‘Mott’ e o rendimento animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.1288-1295, 2000.
- ARGEL, P.J., MILES, J.W.; GUIOT, J. D.; CUADRADO, H.; LASCANO, C.E. **Cultivar mulato II (Brachiaria hybrid CIAT 36087):** high-quality forage grass, resistant to the spittlebug and adapted to well-drained acid tropical soils. Cali: International Center for Tropical Agriculture, 2007. 21p.
- BARBERO, L.M. **Respostas morfológicas e características estruturais do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo.** 2011.112p. Tese (Doutorado em Ciências - Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura” Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, S.C.;

ZIMMER, A.H.; TORRES JÚNIOR, R.A.A. Capim- tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.329-340, 2007.

BAHMANI, I.; HAZARD, L.; VARLET-GRANCHER, C. BETIN, M.; LEMAIRE , G.; MATTHEW, C.; THOM, E. R. Differences in Tillering of Long- and Short-Leaved Perennial Ryegrass Genetic Lines under Full Light and Shade Treatments. **Crop Science**, Madison, v.40, p.1095–1102, 2000.

BENVENUTTI, M.A.; GORDON, I.J.; POPPI, D.P. The effect of the density and physical properties of grass stems on the foraging behaviour and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.61, p.272-281, 2006.

BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland, Oregon: Timber, 1991. p.85-108.

CABRAL, W.B.; SOUZA, A.L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F.L.B.; BONELLI, E.A.; LIMA, L.R. Morphogenetic traits and biomass accumulation of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés subjected to nitrogen doses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.8, p.1809-1815, 2012.

CANDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A. Duração do período de descanso e crescimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p.398-405, 2005.

CARNEVALLI, R.A.; SILVA, S.C. da; OLIVEIRA, A.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F. O.; HODGSON, J.; SILVA, G.V.; MORAES, J.P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça pastures under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.40, p.165-176, 2006.

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.; POLI, C.H.E.C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. (Ed.). **A produção Animal na Visão dos Brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.853-871.

CASAGRANDE, D.R.; RUGGIERI, A.C.; JANUSCKIEWICZ, E.R.; GOMIDE, J.A.; REIS, R.A.; VALENTE, A.L.S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n.10, p. 2108-2115, 2010.

CASTAGNARA, D.D.; ZOZ, T.; KRUSTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R. Produção de forragem, características estruturais e

eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada.

Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.32, n.4, p.1637-1648, 2011.

CAUDURU, G.F.; CARVALHO, P.C.F.; BARBOSA, C.M.P.; NABINGER, C.; GONÇALVES, E.N.; DEVINCENZI, T. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1298-1307, 2006.

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

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

DA SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: MCGILLOWAY, D.A. (Org.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: Wageningen Academic Publ., 2005. chap. 6, p. 81-95.

DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F. O. HODGSON, J.; MATTHEW, C. ARNOLD, G.C; MORAIS, J.P.G. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.66, p. 8-19, 2009.

DA SILVA, S.C; SBRISSIA, A.F. Análise de componentes principais entre características morfogênicas e estruturais em capim- marandu sob lotação contínua. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.3, p.690-693, 2010.

DAVIES, A. Changes in growth rate and morphology of perennial ryegrass swards at high and low nitrogen levels. **Journal Agriculture 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**, New York, v.82, p.165-172, 1974.

DURAND, J.L.; SCHÄUFELE, R; GASTAL, F. Grass leaf elongation rate as a function of developmental stage and temperature: morphological analysis and modelling. **Annals of Botany**, Oxford, v.83, p.577-588, 1999.

ECKSTEIN, R.L.; KARLSSON, P.S. WEIH, M. Leaf lifespan and nutrient resorption as determinants of plant nutrient conservation in temperatearctic regions. **New Phytologist**, Lancaster, v.143, p.177-189, 1999.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, EMBRAPA: Produção de informação, 2006. 306p.

FERLIN, M.B.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B.; GONÇALVES, M.C.; CUBAS, A.C. Moforgênese e dinâmica do perfilhamento de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia sob pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n.2, p. 344-352, 2006.

FLEITAS, A.C.; PAIVA, L.M.; FERNANDES, H.J.; DUARTE, C.F.D.; PROCHERA, D. L.; BISSERRA, T.T.; SANTOS, D.C.C.; CASSARO, L.H. Desenvolvimento de capim-convert HD364 na primavera recebendo adubação fosfatada de diferentes fontes e solubilidade em água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – ZOOTEC, 24., 2014. Espírito Santo. **Resumos...** Espírito Santo: UFES, 2014.

FOURNIER, C.; DURAND, J.L.; LJUTOVAC, S.; SCHÄUFELE, R.; GASTAL, F.; ANDRIEU, B. A functional–structural model of elongation of the grass leaf and its relationships with the phyllochron. **New Phytologist**, Lancaster, v.166, p.881-894, 2005.

FULKERSON, W.J.; DONAGHY, D.J. Plant soluble carbohydrate reserves and senescence – key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass based pasture: a review. **Australian Journal Experimental Agriculture**, Collingwood, v.41, p.261-275, 2001.

GALZERANO, L.; MALHEIROS, E.B.; RAPOSO, E.; MORGADO, E.S.; RUGGIERI, A. C. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido a intensidades de pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.4, p.1879-1890, 2013.

GOMIDE, A.M.; GOMIDE J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.341-348, 2000.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; ALEXANDRINO, E. Índice morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.4, p.795-803, 2003.

GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.411-429.

GONZALES, N.; VANHAEREN, H.; INZÉ, D. Leaf size control: complex coordination of cell division and expansion. **Trends in Plant Science**, Cambridge, v.17, n.6, p. 332-340, 2012.

HODGSON, J. **Grazing management: Science into practice**. London: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

HORST, G.L.; NELSON, C.J.; ASAY, K.H. Relationship of leaf elongation to forage yield of

tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madison, v.18, p.715-719, 1978.

JONES, R.J.; NELSON, C. J.; SLEPER, D.A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Science**, Madison, v.19, p.631- 634, 1979.

KIRBY, E.J. Factors affecting rate of leaf emergence in barley and wheat. **Crop Science**, Madison, v.35, p.11–19, 1995.

KLEPPER, B.; RICKMAN, R.W.; PETERSON, C.M. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, p.789-792, 1982.

LANA SOUSA, B.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RODRIGUES, C.C.S.; MONTEIRO, H.C. F.; DA SILVA, S.C.; FONSECA, D.M.; SBRISSIA, A.F. Morphogenetic and structural characteristics of xaraes palisadegrass submitted to cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.1, p.53-59, 2011.

LANGER, R.H.M. **How grasses grow**. 2nd.ed. London: Edward Arnold, 1979. 66p.

LARA, M.A.S.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de Braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.7, p.760-767, 2011.

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

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 265-284.

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

LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. **Grassland productivity and ecosystem services**. Wallingford: CABI, 2011. 287p.

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

LOPES, M.N.; CÂNDIDO, M.J.D.; POMPEU, R.C F.F.; SILVA, R.G.; LOPES, J.W. B.; FERNANDES, F.R.B.; LACERDA, C.F.; BEZERRA, F.M.L. Fluxo de biomassa em capim-massai durante o estabelecimento e rebrotação com e sem adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, Viçosa, v.60, n.3, p.363-371, 2013.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P.M.; CUNHA, D.N.F.V.; MOREIRA, L.M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.665-671, 2005.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K. HAMILTON, N.R.S. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p.127-150.

MATTOS, J.L.S.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M. Crescimento de espécies do gênero *brachiaria*, sob déficit hídrico, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.746-754, 2005.

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

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; GARCEZ NETO, A.F.; BARBOSA, R.A. ANDRADE, C.M.S. Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidades. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.149-196.

NELSON, C.J.; ASAY, K.H.; SLEPER, D.A. mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madison, v.17, p.449-452, 1977.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. Morfogênese de folhas do tifton 85 (*Cynodon ssp*) em diferentes idades de rebrota. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. v.2, p.302-303.

PACIULLO, D.S.C.; DERES, F.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F; VERNEQUE, R. da S. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.881-887, 2003.

PAIVA A.J.; DA SILVA S.C.; PEREIRA L.E.T.; GUARDA, V.D.; PEREIRA, M.P.; CAMINHA, F. O. Structural characteristics of tiller age categories of continuously stocked marandu palisadegrass swards fertilized with nitrogen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.1, p.24-29, 2012.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences, Oxford**, v.11, p.1633-1644, 2007.

PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.772-807.

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

PEQUENO, D.N.L. **Agronomic performance and adaptation of the CROPGRO - Perennial Forage Model to predict growth of three tropical forage grasses under irrigated and rainfed conditions**. 2014. 114p.. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014

PEREIRA, L.E.T. **Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes**. 2009. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. ;LOPES, N.F. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.327-333, 1994.

QUIRINO, B.F.; NOH, Y.S.; HIMELBLAU, E. AMASINO, R.M. Molecular aspects of leaf senescence. **Trends in plant science Reviews**, Kidlington, v.5, n.7, p.278-282, 2000.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

REZENDE, C.P.; PEREIRA, J.M.; PINTO, J.C.; MUNIZ, J.A.; BORGES, A.M.F.; ANDRADE, I.F.; EVANGELISTA, A.R. Dinâmica de perfilhamento e fluxo de biomassa em capim-cameroon sob lotação rotativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.10, p.1750-1757, 2008.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

RODRIGUES, C.S; SILVEIRA, M.C.T.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. DA SILVA, S.C. EUCLIDES, V.B.P.MONTAGNER, D.B. Caracterização morfogênica e estrutural de quatro gramíneas forrageiras tropicais sob crescimento livre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Paraná: Sociedade Brasileira de Zootecnia. [2009]. 1 CD-ROM.

RODRIGUES, C. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DETMANN, E.; DA SILVA, S. C.; LANA SOUSA, B. M.; SILVEIRA, M. C. T. Grupos funcionais de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.6, p.1385-1393, 2012.

SANTANA, S.S.; MOREIRA, C.D.G.; QUEIROZ, D.S.; MENEZES, M.A.C.; MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M. Características morfogênicas e estruturais de capim Mulato II. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2008.

SANTOS, P.M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A.A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, p.244-249, 1999.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BRAZ, T.G.S.; SILVA, S.P.; GOMES, V.M.; SILVA, G.P. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n3, p.535-542, 2011.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. 2004. 199p. 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: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.731-754.

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

SCHNYDER, H.; SCHAUFELLE, 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.; MORAES, A.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB Publishing, 1999. p.41-60.

SILVA, D.S.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, A.C. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, Schum. cv. Mott): 2 – Valor nutritivo, consumo de pasto e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, p.453-464, 1994.

SILVA, A.A.M.; ALEXANDRINO, E. Manejo do pastejo: Avaliação morfogênica, estrutural e de crescimento. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – UFT 10 ANOS,9., 2013, Palmas. **Resumos...** Palmas: UFT, 2013.

SILVA, M.F.; PORTO, E.M.V.; ALVES, D.D.; VITOR, C.M.T.; ASPIAZÚ, I. Morphogenetic characteristics of three *Brachiaria brizantha* cultivars submitted to nitrogen fertilization. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.85, n.1, p.371-377, 2013.

SILVA, M.M.P.; VASQUEZ, H.M.; BRESSAN-SMITH, R.E. SILVA, J.F.C.; ERBESDOBLER, E.D.; ANDRADE JÚNIOR, P.S. Respostas morfogênicas de gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes condições hídricas do solo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1993-1504, 2005.

SILVA, R.G.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M. LÔBO, 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, p.1255-1265, 2007a.

SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D. LÔBO, R.N.B. Aspectos comportamentais e desempenho produtivo de ovinos mantidos em pastagens de capim-tanzânia manejado sob lotação intermitente. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.8, p.609-620, 2007b.

SILVEIRA, M.C.T.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA CUNHA, B.A. L.; DIFANTE, G. S.; PENA, K.S.; DA SILVA, S.C.; SBRISIA, A.F. Effect of cutting interval and cutting height on morphogenesis and forage accumulation of guinea grass (*Panicum maximum*). **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.44, p.103–108, 2010.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Estimation of potential tiller production and site usage during tall fescue canopy development. **Annals of Botany**, Oxford, v.70, p.493-499, 1992.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Standford, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

SOUSA, B.M.L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S.C; RODRIGUES, C.S.; MONTEIRO, H.C.F.; RODRIGUES, C.S.; FONSECA, D.M.; SBRISIA, A.F. Morphogenetic and structural characteristics of andropogon grass submitted to different cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.1, p.2141-2147, 2010.

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

SUGIYAMA, S.; YONEYAMA, M.; TAKAHASHI, N.; GOTOH, K. Canopy structure and productivity of *Festuca arundinaceae* Schreb, swards during vegetative and reproductive growth. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.40, p.49-55, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

THOMAS, H.; STODDART, J.L. Leaf senescence. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.31, p.83-111, 1980.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**, Centerton, v.8, p.1104-1955, 1955.

VENEGAS, F. Efeito de doses de farinha de carne e osso como fonte de fósforo na produção de milho verde (*Zea mays* L.). **Ensaio e Ciências: ciências biológicas, agrárias e da saúde**, v. 13, p. 63- 76, 2009.

VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. **Crop Science**, Madison, v.23, p.720-724, 1983.

ZANINI, G.D.; SANTOS, G.T.; SBRISSIA, A.F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana guineagrass swards: morphogenetic and structural characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.8, p.1848-1857, 2012.

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

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