

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA – PPZ

CAROLINA ALETÉIA MECABÔ

CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DO CAPIM-PIATÃ EM  
SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL COM DUAS DENSIDADES DE EUCALIPTO

Marechal Cândido Rondon - PR  
2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA – PPZ

CAROLINA ALETÉIA MECABÔ

CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DO CAPIM-PIATÃ EM  
SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL COM DUAS DENSIDADES DE EUCALIPTO

Dissertação apresentada, como parte das exigências para conclusão do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia, área de concentração: Produção Animal e Forragicultura. Orientador: Prof. Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita.  
Co-orientador: Dr. Roberto Giolo de Almeida

Marechal Cândido Rondon - PR  
2014

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade que me foi dada.

Ao professor Eduardo Eustáquio Mesquita, pela orientação e paciência durante esses dois anos, muito obrigada!

À Embrapa Gado de Corte e, principalmente, ao Dr. Roberto Giolo de Almeida, pela oportunidade de viver essa experiência que jamais será esquecida.

À minha querida mãe, Rozenete Laura Mecabô (*in memoriam*), que infelizmente me deixou muito cedo, mas que, com toda certeza, esteve em cada segundo de angústia e felicidade ao meu lado. Sei que estaria muito orgulhosa de mim. Se não fosse seu apoio inicial eu jamais teria conseguido. Te amo eternamente!

Ao meu pai, Gentil Mecabô, que mesmo longe, me apoiou e me incentivou muito a continuar. Meu exemplo. Te amo!!

À minha irmã querida, Fernanda Taís Mecabô, e à minha avó, Irma Bischoff Riolo, que mesmo distantes estavam sempre me apoiando. Muito obrigada, amo vocês!

Ao meu noivo, Rafael Ricardo Lipsch. Não sei se conseguiria sem a sua compreensão, seu amor, sua dedicação e paciência. Obrigada por estar ao meu lado em mais esta conquista e pela família linda que estamos construindo. Te amo!

À Melzinha, Preta e Bobi, meus eternos companheiros, pela recepção amorosa todos os dias.

À minha amiga baiana, Jeskarlandia Barros, pelo apoio nos dias de muito trabalho, e também pelos momentos alegres que passamos juntas.

E à todas as pessoas que de alguma forma contribuíram direta e indiretamente para minha formação profissional.

## RESUMO

### Crescimento, produção e valor nutritivo do capim-piatã em sistema agrossilvipastoril com duas densidades de eucalipto

O estudo foi desenvolvido na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, no Estado do Mato Grosso do Sul, com o objetivo de avaliar o crescimento e o valor nutritivo do capim-piatã em sistema agrossilvipastoril com duas densidades de eucalipto: 22 e 14 metros entre fileiras de eucalipto. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, durante o inverno. Os tratamentos das parcelas foram os sistemas Integração Lavoura Pecuária Floresta 1 e 2, que consistiram no capim *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, plantado após a colheita da soja, no sistema de cultivo em consórcio com o eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), com espaçamento entre árvores de 2 m, e entre fileiras de 22 e 14 m, e os tratamentos das subparcelas, os pontos A, B, C, D e E, que eram marcados entre as fileiras das árvores. Avaliou-se o crescimento da forrageira, realizando-se amostragens 50 dias após a emergência, e a cada 15 dias, em cada ponto (A, B, C, D e E) dentro de cada parcela. Durante esse período, procedeu-se também a análise da morfogênese do capim, durante 60 dias, com avaliações semanais. Foram marcados 5 perfilhos dentro de cada ponto (A, B, C, D e E), dentro de cada parcela. As variáveis analisadas foram altura do dossel, cobertura do dossel, densidade de plantas, índice de área foliar, relação folha/colmo, produção de matéria seca, índice Spad, porcentagem de sombra e morfogênese (comprimento final de folha, taxa de aparecimento de folhas, taxa de alongamento de folhas, taxa de alongamento de colmo, duração de vida das folhas, filocrono e número de folhas vivas por perfilho). Após o estabelecimento da forragem, que se deu em 110 dias, foi realizado o primeiro corte, onde foi coletada toda a amostra de cada subparcela, para a avaliação da produção total, de componentes morfológicos da forragem e avaliação nutricional. Houve efeito significativo da densidade de eucalipto para a variável filocrono. Para a variável duração de vida das folhas e densidade de plantas não houve efeito significativo, não sendo esta uma variável influenciada pelo sombreamento. O teor de matéria seca da forragem foi a única variável que foi maior nos pontos mais próximos às árvores, ou seja, onde foram encontradas as maiores porcentagens de sombreamento. As demais variáveis morfogênicas e estruturais avaliadas tiveram forte influência negativa do sombreamento, sendo seus valores menores nos pontos mais próximos às árvores. No tratamento com 22 metros de distância entre fileiras de árvores, com densidade de eucalipto com 227 árvores/ha apresentou os melhores resultados de composição nutricional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Árvores, Consórcio, Morfogênese

## ABSTRACT

Growth, yield and nutritive value of piatã grass in agrosilvopastoral system with two densities eucalyptus

The study was conducted at Embrapa Beef Cattle, Campo Grande, Mato Grosso do Sul State, with the objective of evaluating the growth and nutritive value of grass in Piata agrosilvopastoral system with two densities of eucalyptus: 22 and 14 meters between rows of eucalyptus. The experimental design was a randomized block design in a split plot design with four replications during winter. The plots treatments were the Integration Cattle Farming Forest at systems 1 and 2, which consisted of *Brachiaria brizantha* piatã planted after soybean harvest in the cropping system in consortium with eucalyptus (*Eucalyptus urograndis*) with 2m spacing between trees and between rows of 22 and 14 m, and the subplot treatments, points A, B, C, D and E, which were arranged between the rows of trees. The forage growth was evaluated, performing sampling 50 days after emergence, and every 15 days at each point (A, B, C, D and E) within each plot. During this period, also proceeded to analyze the morphogenesis of grass for 60 days with weekly reviews 5 tillers were marked within each section (A, B, C, D and E) within each portion. The variables analyzed were canopy height, canopy cover, plant density, leaf area index, leaf/stem ratio, dry matter production, Spad index, percentage of shade and morphogenesis (final leaf length, leaf appearance rate, rate of leaf elongation, stem elongation rate, lifespan of leaves and phyllochron number of live leaves per tiller). After the establishment of forage, which occurred at 110 days, the first court was held, where the entire sample was collected from each sub plot for the evaluation of the total production of forage and morphological components of nutritional assessment. There was a significant density of Eucalyptus for phyllochron variable. For the lifespan of leaves and plant density did not affect variable and this is not a variable influenced by shading. The dry matter content of the forage was the only variable that was higher in the near trees, where the highest percentage of shading points were found. The other morphogenetic and structural variables evaluated had a strong negative influence of shading, with lower values at the closest points to the trees. Treatment with 22 meters of distance between rows of trees, with a density of 227 eucalyptus trees/ha showed the best results of nutritional composition.

**KEYWORDS:** Trees, Consortium and Morphogenesis

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Taxa de alongamento de folha (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC), taxa de aparecimento de folhas (TApF) e duração de vida das folhas (DVF), em cada ponto amostral.....28
- Tabela 2 - Porcentagem de sombra nos sistemas de integração lavoura pecuária floresta com duas densidades de árvores, no período da manhã e da tarde nos pontos amostrais.....29
- Tabela 3 - Comprimento final de folha (CFF), número de folhas vivas (NFV), número de folhas expandidas (NFEx), relação folha/colmo (F/C), altura de planta e cobertura do dossel, densidade de plantas, índice de área foliar (IAF) e índice SPAD, em cada ponto amostral aos 110 dias após o plantio.....30
- Tabela 4 - Valores médios de massas de forragem (M.F.), de massa de lâmina foliar (M.L.F.), de colmo mais bainha (C + B), e teores de matéria seca da forragem, da lâmina foliar e do colmo+bainha em porcentagem, nos diferentes pontos amostrais, 110 dias após o plantio.....31
- Tabela 5 - Teores de proteína bruta da folha (PBf; média de duas densidades de árvores) e do colmo (PBc; em duas densidades de árvores) do capim-piatã em cinco pontos amostrais.....32
- Tabela 6 - Teores de Fibra em detergente neutro (FDN) da folha e do caule do capim-piatã com duas densidade de eucalipto e em 5 pontos amostrais.....33

Tabela 7 - Teores médios de Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (DIVMO) do caule do capim Piatã com duas densidades de eucalipto e em 5 locais diferentes entre as fileiras de eucalipto.....	34
---	----

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Desenho das subparcelas no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com espaçamento entre fileiras de árvores com 14 metros, na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS.....21
- Figura 2 - Desenho das subparcelas no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com espaçamento entre fileiras de árvores com 22 metros, na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS.....22
- Figura 3 - Demarcação de perfilhos para avaliação do comprimento das folhas.....24
- Figura 4 – Avaliação do índice SPAD com auxílio do aparelho SPAD-502.....26
- Figura 5 - Avaliação da radiação fotossinteticamente ativa nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, em Campo Grande, MS...27

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
Integração lavoura-pecuária-floresta.....	10
Componente forrageiro.....	10
Arranjo arbóreo.....	13
Características morfogênicas.....	11
Taxa de aparecimento de folhas.....	12
Filocrono.....	13
Taxa de alongamento de folhas.....	14
Duração de vida da folha.....	14
Características estruturais.....	15
Comprimento final de folha.....	15
Número de folhas vivas por perfilho.....	16
Número de folhas expandidas.....	16
Relação folha/colmo.....	16
Altura do dossel.....	17
Cobertura do dossel.....	17
Índice de área foliar.....	18
Índice SPAD.....	18
Produção de matéria seca e disponibilidade de forragem.....	18
Disponibilidade de forragem.....	18
Produção de matéria seca.....	19
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
Localização.....	20
Área experimental.....	20
Delineamento experimental.....	20
Condução do experimento.....	22
Variáveis analisadas.....	23
Análise estatística.....	27

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÃO.....	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda por alimentos e a evolução tecnológica na produção, a atividade agrícola moderna passou a se caracterizar por sistemas padronizados e simplificados de monocultura (BALBINO et al., 2011).

Além disso, com a expansão da fronteira agrícola e com o manejo mecanizado do solo e o uso de agroquímicos e da irrigação, as atividades agrícolas, pecuárias e florestais passaram a ser realizadas de maneira intensificada, independente e dissociada. Esse modelo da produção agropecuária predomina nas propriedades rurais em todo o mundo; entretanto, tem mostrado sinais de saturação, em virtude da elevada demanda por energia e por recursos naturais que o caracteriza (CORDEIRO et al., 2011).

Segundo Broch (2000), pastagem degradada é aquela que apresenta redução na sua capacidade produtiva, causada por um ou mais fatores/processos, resultando em perda de 40% de seu potencial de produção.

Sendo assim, a produção de pastagens com árvores é uma alternativa para reforma de pastagens degradadas, ou implantação de novas pastagens (ALMEIDA et al, 2013).

É comum verificar, em propriedades rurais, dificuldades no manejo equilibrado dos componentes, frequentemente causados pelo estabelecimento de espaçamentos e arranjos arbóreos inadequados ao desenvolvimento das espécies forrageiras a médio e longo prazo (VARELLA, 2008).

A árvore e a pastagem competem pelo acesso preferencial à radiação, à água e aos nutrientes. Frequentemente, o fator radiação é o elemento mais importante e determinante do potencial de crescimento das espécies forrageiras. A presença da árvore pode impor, a partir de determinado estágio de desenvolvimento, condições restritivas de luminosidade para o crescimento das espécies forrageiras estabelecidas em um sistema silvipastoril (VARELLA, 2008).

O estudo da morfogênese, crescimento e produção buscam acompanhar a dinâmica de folhas e perfilhos, que constituem componentes do produto básico almejado quando se pensa em produção de forragem e, conseqüente, a produção animal (SILVEIRA, 2006).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento e o valor nutritivo do capim-piatã em sistema agrossilvipastoril, com duas densidades de eucalipto.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Integração lavoura-pecuária-floresta**

O cenário de degradação dos solos induziu o meio científico a buscar sistemas produtivos sustentáveis, para harmonizar o aumento de produtividade vegetal e animal, com a preservação de recursos naturais (CARDOSO et al., 2009).

A integração lavoura com pecuária e com floresta, assim como a associação de criações e cultivos, é realizada pelo homem desde primórdios da agricultura, muitas vezes, em situações de conflito por interesses divergentes (EMBRAPA, 2012).

Segundo Balbino et al. (2011), esse tipo de sistema de integração é caracterizado por integrar os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, incluindo também o componente florestal, na mesma área.

Porém, as árvores reduzem a luminosidade disponível para as plantas que crescem sob suas copas e têm influência sobre aspectos morfofisiológicos determinantes da produtividade da pastagem.

Segundo Varella et al. (2012), o sucesso da integração da atividade de silvicultura com a pecuária está alicerçado no equilíbrio da exploração dos recursos naturais pelos três principais componentes bióticos deste sistema: a árvore, a pastagem e o ruminante. Quando as interações são equilibradas, desde o seu estabelecimento até a colheita final dos produtos, possibilitando a produção simultânea dos componentes arbóreo, forrageiro e animal, então temos um sistema silvipastoril verdadeiro.

### **2.2. Componente forrageiro**

O comportamento fisiológico de forrageiras em ambientes sombreados tem sido tema de grande importância no estabelecimento de práticas e recomendações para o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

O crescimento das espécies forrageiras é determinado pela sua atividade fotossintética diária acumulada diante dos recursos ambientais

disponíveis. Quando expostas ao sombreamento, a taxa de crescimento destas espécies é rapidamente restringida em função da limitação de energia necessária para os processos fotossintéticos (VARELLA, 2008).

Grande parte do sucesso de um empreendimento silvipastoril é possível a partir da escolha de espécies adaptadas ao sombreamento e do correto manejo do ambiente luminoso, capaz de permitir uma oferta de forragem suficiente ao crescimento dos ruminantes, sem prejudicar o crescimento e desenvolvimento da floresta (VARELLA, 2012).

De acordo com Almeida et al. (2012), as gramíneas *Brachiaria brizantha* (cvs. Marandu, Xaraés e Piatã), *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*, *Panicum maximum* (cvs. Aruana, Mombaça e Tanzânia) e *Panicum spp.* cv. *Massai* são consideradas tolerantes e com produção de forragem satisfatória em ILPF.

Devido a sua alta capacidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas e de manejo de pastagem, as gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* são boas opções para a formação de pastagens no Brasil (Monteiro et al., 1995). O sistema radicular da *Brachiaria* possui a capacidade de reestruturar o solo, aumentando a porosidade e melhorando a circulação de ar e de água (Freitas et al., 2005).

De acordo com Valle et al., (2011) dentre as cultivares de *Bracharia brizantha*, pode-se citar o cultivar piatã, que apresenta alta produtividade, fácil estabelecimento, alta taxa de acúmulo e crescimento de forragem sob pastejo e boa qualidade forrageira. Este cultivar foi lançado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Gado de Corte no ano de 2003, sendo uma variedade resultante de um processo de seleção entre os demais exemplares de *Brachairia brizantha*.

Embora alguns trabalhos apresentem resultados sobre a morfofisiologia de plantas forrageiras cultivadas sob sombreamento, como o mencionado acima, ainda são poucos os estudos que avaliam a morfogênese de gramíneas forrageiras, em sistemas silvipastoris. Sendo assim, esse estudo é de grande importância, pois pode auxiliar no manejo adequado dessas espécies, quando usadas em sistemas silvipastoris.

### **2.3. CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS**

Segundo Chapman et al. (2003), é denominado morfogênese o estudo da origem e desenvolvimento dos diferentes órgãos de um organismo e das transformações que determinam a produção e a mudança na forma e estrutura da planta, no espaço ao longo do tempo.

As variáveis morfogênicas são importantes características no estabelecimento do manejo da pastagem, pois o aparecimento e o crescimento de folhas e de perfilhos determinam a restauração da área foliar das gramíneas forrageiras, após corte ou pastejo, e contribuem para a manutenção da produção e para a perenidade da pastagem (GOMIDE et al., 2006).

Mesmo essas características sendo determinadas geneticamente para cada espécie e, ou, cultivar, as características morfogênicas são também influenciadas por variáveis do ambiente como temperatura, luz, disponibilidade hídrica, nutrientes e manejo (SILVEIRA, 2006).

A avaliação da morfogênese das plantas pode ser estudada em nível de perfilho individual, usando a técnica de perfilhos marcados (LEMAIRE; AGNUSDEI, 1999; PONTES, 2000). Segundo Almeida et al. (2000), citado por Dalazen (2009), essa técnica é uma alternativa viável e confiável para determinar a taxa de crescimento da pastagem em experimentos de pastejo, além de fornecer informações sobre o comportamento das variáveis morfogênicas, como taxa de aparecimento foliar, duração de vida das folhas, taxa de senescência, entre outras.

Ainda são poucos os estudos que avaliam a morfogênese de gramíneas forrageiras, em sistemas silvipastoris. As árvores reduzem a luminosidade disponível para as plantas que crescem sob suas copas e têm influência sobre aspectos morfofisiológicos determinantes da produtividade da pastagem. Paciullo et al. (2007) observaram maior área foliar específica e menor índice de área foliar de um pasto de *B. decumbens*, em condições de sombreamento, quando comparado ao cultivo a pleno sol.

Dessa forma, de acordo com (DA SILVA et al., 2012) o sucesso na utilização de pastagens não depende apenas da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da espécie forrageira, mas também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com o ambiente e do manejo.

### **2.3.1. Taxa de aparecimento de folhas**

Taxa de aparecimento foliar é uma variável morfogenética que mede a dinâmica do fluxo de biomassa das plantas. É o número de folhas que aparece em cada perfilho por unidade de tempo (DALAZEN 2009; CAMARA 2013). Skinner e Nelson (1995) relataram que o maior comprimento da bainha promove menor taxa de aparecimento de folhas, o que pode ser explicado pela maior distância a ser percorrida pela folha até a sua emergência.

O aparecimento de folhas exerce um papel central na morfogênese, devido à sua influência direta sobre cada um dos componentes estruturais da pastagem (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Essa taxa interfere diretamente na estrutura do pasto devido à relação com o tamanho e densidade populacional de perfilhos, pois cada folha formada representa o surgimento de um novo fitômero, gerando assim uma nova gema axilar. As condições para essas gemas crescerem estão basicamente associadas com características hormonais e de ambiente (NABIGER et al., 2001; MURPHY et al., 1992).

### **2.3.2. Filocrono**

O filocrono é o inverso da taxa de aparecimento de folhas, ou seja, o intervalo de tempo para o aparecimento de duas folhas consecutivas (WILHELM; MACMASTER, 1995).

Corresponde a uma medida bastante consistente, apesar de ser uma variável indicativa da exposição das folhas acima da bainha e não do momento exato que as primeiras folhas surgiram (ZEFERINO, 2006).

### **2.3.3. Taxa de alongamento de folhas**

O processo de desenvolvimento e de expansão completa das folhas é determinado geneticamente e condicionado por variações nas condições do ambiente. Os efeitos mais pronunciados são os relacionados com a temperatura e com o suprimento de nitrogênio (DALAZEN, 2009).

Segundo Ludlow (1977), citado por Zeferino (2006), o alongamento foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico, pois a planta prioriza a continuidade dos processos fotossintéticos e de divisão celular, interrompendo o alongamento de folhas e raízes muito antes que esses processos sejam afetados.

De acordo com Horst et al. (1978), a taxa de alongamento de folhas é a variável morfogenética que mais se correlaciona com a produção de matéria seca, podendo representar um aferidor do potencial produtivo e rendimento das gramíneas forrageiras.

Dessa forma, torna-se necessário o estudo do seu comportamento em áreas sombreadas, a fim de adequar seu manejo.

#### **2.3.4. Duração de vida da folha**

Duração de vida das folhas é o tempo em que a folha permanece viva (verde), sem apresentar qualquer sinal de senescência, sendo que este tempo pode ser influenciado por fatores genéticos ou ambientais (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000).

O conhecimento da duração de vida da folha é fundamental (NASCIMENTO Jr. et al., 2002), pois torna possível estabelecer uma indicação da frequência ideal de desfolhação das plantas, permitindo um melhor planejamento da utilização da pastagem e o máximo potencial desta (produção de material vivo/área).

Mazzanti et. al. (1994) observaram que em condições de alta disponibilidade de N ocorre uma diminuição da duração de vida das folhas, ocasionada pela competição por luz, devido ao aumento da taxa de alongamento foliar e do tamanho final das folhas serem maiores.

#### **2.3.5. Taxa de alongamento de colmo**

De acordo com Fagundes et al. (2006), colmo tem as funções de sustentação no arranjo espacial da planta e translocação de assimilados para as folhas, sendo importante principalmente em condições favoráveis ao crescimento, quando as maiores proporções de colmo são produzidas.

O estudo da taxa de alongamento de colme é muito importante, pois segundo Skinner e Nelson (1995), o alongamento de colmo também atua sobre o aparecimento de folhas e o comprimento da lâmina foliar em razão do aumento do percurso da folha dentro do pseudocolmo.

A relação folha/colmo também é estreitada pelo alongamento de colmo, sendo que esta relação compromete o consumo de forragem pelo animal

(SANTOS et al., 1999). Além disso, o colmo apresenta componentes de baixa degradabilidade, sendo necessário um manejo adequado da pastagem para controle do alongamento de colmo (WILSON, 1993; ALEXANDRINO et al., 2005).

## **2.6. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS**

A estrutura do pasto pode ser definida como a distribuição e o arranjo dos componentes, tais como acúmulo de forragem, altura da planta, densidade de folhas, relação folha–colmo e proporção de material senescente (SIMON & LEMAIRE, 1987) da parte aérea da planta dentro de uma comunidade.

O conhecimento das características estruturais é importante ferramenta para o estabelecimento de práticas de manejo mais eficientes, como consequência do balanço entre os processos de crescimento, senescência e consumo de forragem pelo animal (SILVA, 2009).

Este conhecimento é, assim, uma importante ferramenta para a determinação das condições do pasto (altura, massa de forragem, massa de laminas foliares, índice de área foliar) adequadas para assegurar produção animal eficiente e sustentável em áreas de pastagem (GOMIDE, 1994).

Sendo assim, o estudo da estrutura do pasto permite verificar como a comunidade vegetal está utilizando os recursos abióticos (luz, água e nutrientes) disponíveis (BAUER et al., 2011).

### **2.6.1. Comprimento final de folha**

Segundo Castagnara (2009), a mensuração do comprimento final de folha pode auxiliar na identificação das diferentes respostas morfofisiológicas desencadeadas pelas plantas em resposta à forma como os fatores abióticos interagem entre si, pois esta é uma característica vegetal plástica responsiva à intensidade de desfolhação, considerada como uma estratégia de escape capaz de conferir à planta graus variáveis de resistência ao pastejo (LEMAIRE E CHAPMAN, 1986).

Segundo Castro et al. (1999), o desenvolvimento do aparelho fotossintético é influenciado pelo ambiente luminoso, porém são observados, em várias espécies, aumentos significativos no comprimento da lâmina foliar em condições de luminosidade reduzida.

### **2.6.2. Número de folhas vivas por perfilho**

O número de folhas vivas por perfilho, segundo Gomide (2006), apresenta-se como o orientador do manejo de gramíneas tropicais, pois auxilia em vários aspectos do manejo, tal como a definição do período de descanso, e conseqüentemente a maximização da produção da forragem.

Durante o desenvolvimento da gramínea, esse número aumenta, enquanto não são iniciados os processos de senescência. Quando esse processo se inicia, esse número tende a ser constante, pois para cada folha que senesce surge uma nova folha (GOMIDE , 2000).

Essa característica, que é constante para cada espécie, constitui um critério importante na definição do intervalo entre cortes das plantas forrageiras (FULKERSON e SLACK, 1995).

### **2.6.3. Número de folhas expandidas**

As gramíneas forrageiras apresentam três tipos de folhas: folhas emergentes, as quais se encontram no interior da bainha; folhas em expansão, que estão em crescimento e não apresentaram a lígula e folhas expandidas, que já exteriorizaram a lígula, ou seja, folhas que já atingiram o seu comprimento final e que irão senescer (MESQUITA e NERES, 2008).

### **2.6.4. Relação folha/colmo**

A relação folha/colmo é uma das principais características da estrutura do dossel forrageiro (BARBOSA et al., 2007), pois ela influencia o comportamento ingestivo (GONTIJO et al., 2006) e o desempenho dos animais (EUCLIDES et al., 1999), na produção de matéria seca, na proporção de folhas, e conseqüentemente na digestão da forragem (SOLLENBERGER, 2001).

De acordo com Dalazen (2009), a queda na relação folha/colmo, além de proporcionar redução no valor nutritivo da forragem, também causa prejuízo para eficiência do pastejo animal.

Uma condição ideal na utilização de pastagens ocorre quando o dossel atinge a altura em que 95% da radiação incidente é interceptada pelo dossel (CASAGRANDE et al., 2010). Nesse ponto, o dossel é composto principalmente por lâminas foliares e tem baixa proporção de colmos e material morto.

#### **2.6.5. Altura do dossel**

A altura do dossel forrageiro está entre as principais características que condicionam o comportamento ingestivo dos ruminantes e afeta o desempenho dos animais em pastejo, uma das principais ferramentas no manejo da pastagem (EUCLIDES et al., 1999).

A distribuição da folhagem nas camadas do perfil do dossel afeta de forma marcante a interceptação e a distribuição de luz, e é importante fisiologicamente nos processos de fotossíntese e competição por luz, especialmente em pastagens consorciadas, pois as folhas não recebem radiação de maneira uniforme, tendo as folhas apicais probabilidade de receberem mais luz que as folhas basais (CUTRIM JUNIOR, 2007).

A altura do dossel é uma medida de fácil mensuração e alta correlação com a interceptação de luz (PEDREIRA et al., 2009).

#### **2.6.6. Cobertura do dossel**

Avaliações como altura de plantas e cobertura do solo são ferramentas importantes para avaliação da dinâmica do crescimento de forrageiras, pois possibilita a identificação das características das plantas associadas às suas adaptações, às condições de estresse, bem como seus potenciais de produção sob condições ótimas de crescimento (ARAÚJO et al., 2001).

#### **2.6.7. Índice de área foliar**

O índice de área foliar (IAF) apresenta correlação positiva com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel forrageiro e, à medida que a planta se desenvolve, ele aumenta e a planta passa a interceptar

uma maior quantidade de luz. Assim que o dossel forrageiro passa a interceptar 95% da radiação fotossinteticamente ativa, atinge o IAF denominado crítico (IAFC), sendo que, quando o dossel passar a interceptar quase toda a radiação fotossinteticamente ativa, para cada nova folha surgida ter-se-á uma folha morta, estabelecendo nesse momento o IAF teto (ANJOS, 2012).

### **2.6.8. Índice SPAD**

As clorofilas são pigmentos responsáveis pela captura de luz usada na fotossíntese, sendo elas essenciais na conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH. Assim, as clorofilas estão relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente, com seu crescimento e adaptabilidade aos diferentes ambientes (JESUS et al., 2008), principalmente em ambientes sombreados.

De acordo com Minolta (1989), citado por Jesus e Marengo (2008), o SPAD -502 ou também chamado clorofilômetro, possui diodos que emitem radiação em 650 nm (luz vermelha) e 940 nm (radiação infravermelha). Durante a mensuração, a luz passa pela folha e é recebida por um fotodiodo de silicone, onde é convertida primeiramente em sinais elétricos analógicos e depois em sinais digitais. Esses sinais passam por um microprocessador que calcula valores proporcionais aos de teor de clorofila presente na folha.

## **2.7. PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM**

### **2.7.1. Disponibilidade de forragem**

De acordo com Lampp (1997), o consumo de forragens baseado na exploração de pastagem é influenciado pelo manejo da mesma, ou seja, pelo seu valor nutritivo e disponibilidade de forragem.

A obtenção de energia proveniente da radiação solar é o principal condicionante para o crescimento das plantas, que é interceptada pela área foliar do dossel e utilizada nos processos fotossintéticos (NABINGER e PONTES, 2001).

A determinação da quantidade de forragem disponível é importante, pois, a partir desta, pode-se estimar a velocidade de crescimento da própria planta e o desempenho animal por meio do controle da quantidade de matéria seca disponível e ter indicações de sua utilização pelo animal ou, então, a extensão de seu desperdício. Neste caso, o peso da forragem ou o volume da matéria seca torna-se importante medida de crescimento. Além disso, permite calcular a taxa de lotação, estimar a quantidade de forragem consumida (diferença de disponibilidade de forragem antes e após o pastejo) e interpretar o rendimento da produtividade animal (ESTRADA, 1991).

### **2.7.2. Produção de matéria seca**

A produção de matéria seca é o resultado da interação do perfilhamento e do desenvolvimento dos perfilhos, ambos dependentes da taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar e duração de vida das folhas (EUCLIDES, 2001).

Em geral, a taxa de crescimento e a produção de forragem decrescem com o aumento das condições de sombreamento, embora, dependendo da espécie, maiores rendimentos forrageiros podem ser obtidos, em condições de sombra moderada (CARVALHO, 2001).

Considerando, então, que o rendimento e a estrutura do pasto são influenciados de forma significativa pela ação do manejo e também pela intensidade de luminosidade que chega até as plantas, torna-se necessária a sua avaliação em sistemas de integração com diferentes arranjos arbóreos.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização**

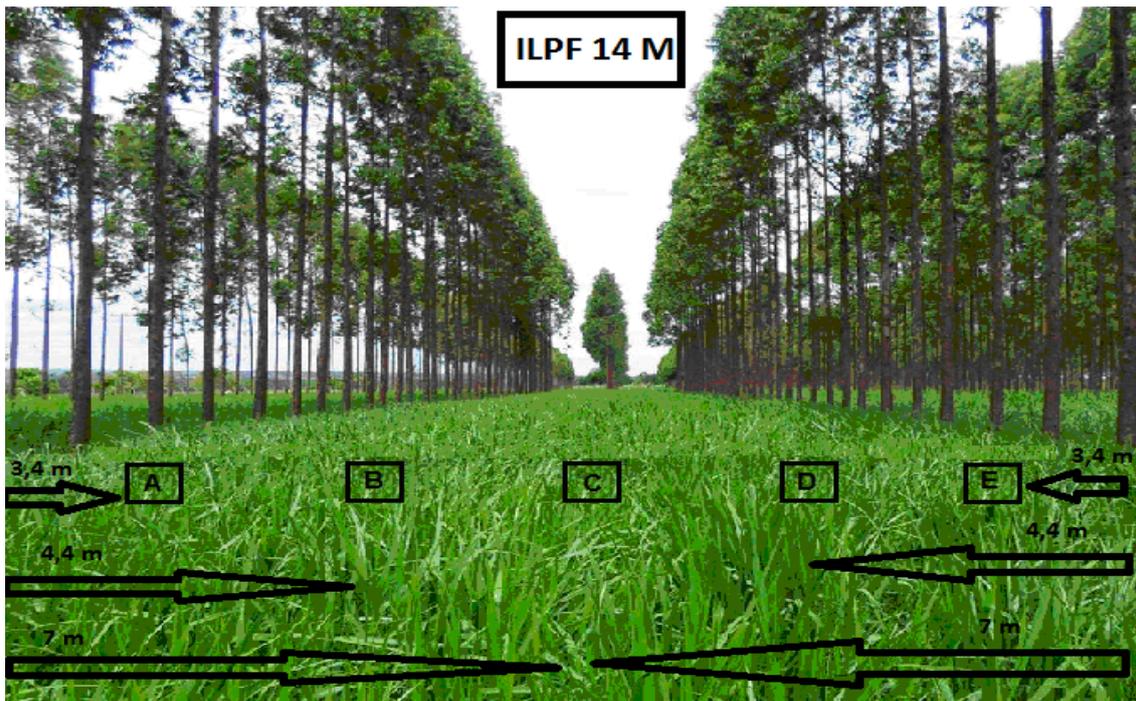
O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, localizada a 20°27' de latitude Sul, 54°37' de longitude Oeste e a 530 m de altitude, em Campo Grande, no Estado do Mato Grosso do Sul. O padrão climático da região, segundo Köppen, encontra-se na faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido, com precipitação média anual de 1500mm. O solo da área experimental caracteriza-se como Latossolo vermelho, de textura argilosa. O experimento foi realizado de abril a agosto.

#### **3.2 Área experimental**

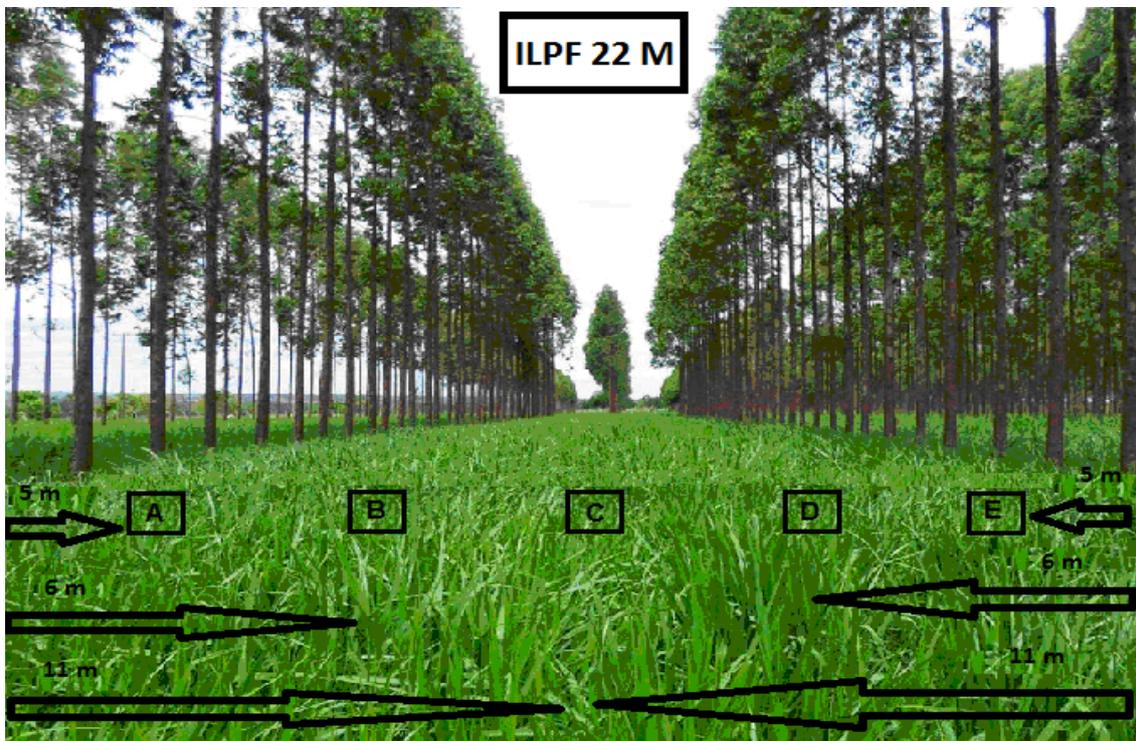
O capim foi implantado com plantio convencional realizado nos dias 22, 23, 24 e 25 de abril de 2013, após a colheita da soja, em 4 faixas de aproximadamente 22 m de largura por 23 de comprimento ( 506 m<sup>2</sup>), e 4 faixas de 14 m de largura por 23 de comprimento em consórcio com o eucalipto. Dentro de cada parcela, foram demarcados 5 pontos, onde foram feitas as coletas de amostras das plantas. O plantio do eucalipto foi realizado há 4 anos, com espaçamento de 2 metros entre as árvores.

#### **3.3 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. Os tratamentos das parcelas foram os sistemas ILPF 1 e ILPF 2, que consistiram no capim *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, no sistema de cultivo em consórcio com o eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*), com espaçamento entre árvores de 2 m, e entre fileiras de 22 e 14 m, e os tratamentos das subparcela, os pontos A, B, C, D e E, que foram marcados perpendicularmente entre as fileiras das árvores.



**Figura 1.** Desenho das subparcelas no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com espaçamento entre fileiras de árvores com 14 metros, na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS.



**Figura 2.** Desenho das subparcelas no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com espaçamento entre fileiras de árvores com 22 metros, na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS.

### 3.4 Condução do experimento

As mudas de híbrido H – 13 de eucalipto foram transplantadas em janeiro de 2009, espaçadas entre árvores com 2 m, e entre linhas com espaçamentos de 22 e 14 m, totalizando 227 árvores/ha e 357 árvores/ha, respectivamente. Para garantir o crescimento das árvores, inicialmente o pasto manteve-se vedado, até que as árvores de eucalipto atingissem diâmetro a altura de peito (DAP) maior que 60 mm, para evitar possíveis danos pelos animais. Desta forma, iniciou-se em 2012 o segundo ciclo de avaliações nessa mesma área, onde inicialmente implantou-se em novembro a soja, e após a colheita desta, em abril de 2013, o plantio do capim. O plantio da forrageira foi realizado mecanicamente, juntamente com o adubo, e as taxas de semeadura foram de 60 sementes puras viáveis (SPV)/m<sup>2</sup>, com espaçamento de 0,25 m, e profundidade de 1 cm.

Primeiramente avaliou-se o crescimento da forrageira, realizando-se amostragens 50 dias após a emergência, a cada 15 dias, em cada ponto (A, B, C, D e E), dentro de cada parcela, sendo esses pontos repetidos dentro de cada bloco. Essas amostragens consistiam na coleta de quatro plantas em cada ponto da subparcela, que eram posteriormente encaminhadas ao laboratório, para a contagem de perfilhos (perfilhos amostra<sup>-1</sup>), separação de folhas verdes e colmos, parte morta, e avaliação da área foliar. As folhas verdes e os colmos foram colocados em sacos de papel, separadamente, e levados à estufa com ventilação forçada de ar, a 55-60°C, até atingirem peso constante, para posterior pesagem.

Durante esse período, procedeu-se também a análise da morfogênese dos capins, durante 60 dias, avaliados semanalmente. Foram marcados 5 perfilhos dentro de cada ponto (A, B, C, D e E), da parcela.

Após 110 dias, quando deu-se o estabelecimento da pastagem, foi realizado o primeiro corte, onde foi coletada toda a amostra de cada parcela, para a avaliação da produção total e de componentes morfológicos da forrageira. Essas amostras foram pesadas, e destas separadas cerca de 200 gramas que foram enviadas ao laboratório, para secagem em estufa de ventilação forçada de ar, a 55-60°C, até atingir peso constante. Essas amostras

foram moídas e encaminhadas para o laboratório de nutrição animal, para a avaliação da composição bromatológica.

### 3.5 Variáveis analisadas

Comprimento de folha (cm): foi obtida com o auxílio de régua graduada em cm, considerando a dimensão que vai do ápice foliar até a lígula da folha.



**Figura 3.** Demarcação de perfilhos para avaliação do comprimento das folhas.

Taxa de aparecimento de folhas (TApF folhas/perfilho/dia): foi obtida pela razão do número de folhas totalmente expandidas com lígula exposta, surgidas nos perfilhos marcados de cada parcela, pelo número de dias do período experimental.

Filocrono (Fil, dias/folha): foi estimado como o inverso da taxa de aparecimento de folhas.

Taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm/perfilho/dia): foi obtida pela diferença entre os comprimentos finais e iniciais das lâminas foliares com posterior divisão pelo número de dias do período experimental.

Duração de vida da folha (DVF,dia): foi estimada por meio da equação proposta por Lemaire e Chapman (1996), em que  $DVF = NFV \times Fil$ .

Taxa de alongamento de colmo (TAIC cm/perfilho/dia): obtida por diferença entre os comprimentos finais e iniciais dos colmos, dividida pelo número de dias do período experimental. O alongamento do colmo foi avaliado tomando-se por base a altura da lígula da última folha completamente expandida e a altura do corte (15 cm).

Comprimento final da folha (CFF, cm): obtido a partir da mensuração da distância entre o ápice e a lígula das folhas completamente expandidas de três perfilhos em cada ponto amostral.Determinação da composição nutricional: as amostras submetidas à secagem para determinação do teor de matéria seca foram trituradas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm, para as análises de proteína bruta (PB), FDN, FDA, matéria seca (MS) e lignina, a partir da espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal (NIRS).

Altura do dossel (cm): foi obtida a partir da média das distâncias da base da planta até a curvatura das folhas, mensuradas com auxílio de réguas graduadas em centímetros em quatro plantas, em cada ponto, dentro de cada parcela.

Cobertura do dossel: obtido por meio de avaliação visual, dentro de um quadro metálico de 0,25 m<sup>2</sup>, atribuindo-se os valores em porcentagem.

Densidade de plantas: foi obtida por meio da contagem de plantas dentro do quadro de 0,50 m.

Índice de área foliar: obtido a partir do cálculo:

$IAF = [NP \text{ m}^{-1} \times AF \text{ amostra}] \times [\text{espaçamento} \times \text{perfilho amostra}^{-1} \times 10.000]^{-1}$ ,  
Sendo AF a área foliar da amostra (cm<sup>2</sup>), obtida por meio de um integrador de área foliar modelo LI-3100.

Relação folha/colmo: foi obtida a partir da razão do peso seco das folhas pelo peso seco dos colmos. Após pesagem do material para avaliação da produção de matéria verde, foram escolhidos 10 perfilhos ao acaso, que foram separados manualmente em seus constituintes morfológicos [folha (lâminas foliares) e colmos (colmo + bainha)], os quais foram levados para a secagem, em estufa de circulação forçada de ar, a 55-60°C, até peso constante.

Número de folhas vivas por perfilho (NFV/perfilho): determinado como a média do total de folhas completamente expandidas que não apresentavam qualquer sinal de senescência em cinco perfilhos por ponto amostral.

Índice SPAD: determinado com o auxílio de um medidor de clorofila modelo SPAD-502. As leituras foram feitas em três pontos a cada lado da nervura central da folha, na face adaxial da folha.



**Figura 4.** Avaliação do índice SPAD com auxílio do aparelho SPAD-502.

Índice RFA: (Índice de radiação fotossinteticamente ativa) Medido com o auxílio do aparelho Accupar LP-80. Realizada quinzenalmente a medição da radiação solar incidente no topo do dossel da gramínea em cinco pontos da área amostral, às 8h:30 e às 14h:00.



**Figura 5.** Avaliação da radiação fotossinteticamente ativa nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, em Campo Grande, MS.

Produção de matéria seca ( $\text{kg/ ha}^{-1}$ ): o material vegetativo colhido em cada ponto da parcela foi colocado em sacos plásticos e, posteriormente, pesado para a determinação da matéria verde. Posteriormente, foi embalado em sacos de papel e colocado em estufa de circulação forçada de ar, a  $65^{\circ}\text{C}$ , até atingir peso constante. Foram tomados os pesos secos e frescos do material conduzido à estufa para posterior determinação da matéria seca.

### **3.6. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, pelo aplicativo estatístico SISVAR 5.3.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da densidade de eucalipto apenas para a variável filocrono, sendo 9,66 dia/folha para o sistema com densidade de 357 árvores/ha, e 11,45 dia/folha, para o sistema com 227 árvores/ha. De acordo com Wilhelm et al (1995), o filocrono é o intervalo de tempo para o aparecimento de duas folhas consecutivas, sendo assim, o sistema de integração lavoura pecuária floresta com menor densidade de árvores/ha permitiu um menor tempo para o aparecimento das folhas.

Para as demais variáveis morfogênicas, houve diferença significativa entre os pontos amostrais (tabela 1), pois como se trata do segundo ciclo do sistema, as árvores já encontravam com uma altura média de 22 metros, ocasionando um grau de sombreamento diferenciado entre as fileiras de eucalipto.

A taxa de alongamento de folhas, assim como a taxa de aparecimento de folhas, foram maiores nos pontos B, C e D (tabela 1), com menos sombreamento, pois o capim mais próximo às árvores, o seu crescimento e desenvolvimento era visualmente bem menor, devido ao sombreamento (tabela 2).

**Tabela 1.** Taxa de alongamento de folha (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC), taxa de aparecimento de folhas (TApF) e duração de vida das folhas (DVF), em cada ponto amostral

Variável	Ponto amostral					*CV (%)
	A	B	C	D	E	
TAIF (cm)	1,44b	2,32a	2,42a	2,07a	1,46b	17,54
TAIC (cm)	0,12b	0,25a	0,25a	0,18b	0,11b	28,56
TApF (folhas/dia)	0,07b	0,09a	0,11a	0,09a	0,08b	17,3
DVF (dias)	35,64a	43,33a	40,62a	41,08a	40,39a	19,58

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

\*CV = Coeficiente de variação.

A taxa de alongamento de colmo foi maior apenas nos pontos B e C, e segundo Van Soest e Wilkins (1993) a relação folha/caule diminui com o aumento do alongamento de colmo, o que representa a redução do valor nutritivo da forrageira, caracterizada por maior teor de fibra, menor teor de proteína e menor digestibilidade da matéria seca.

Para a variável duração de vida das folhas não houve diferença entre os pontos amostrais, com média de 40, 22 dias, pois segundo Sbrissia (2004), esta não é uma variável influenciada apenas pelo sombreamento.

**Tabela 2.** Porcentagem de sombra nos sistemas de integração lavoura pecuária floresta com duas densidades de árvores, no período da manhã e da tarde nos pontos amostrais

Densidades de árvores	Ponto amostral				
	A	B	C	D	E
*ILPF 14 m Manhã (%)	75	70	65	72	76
ILPF 14 m Tarde (%)	79	67	51	64	82
**ILPF 22 m Manhã (%)	72	74	63	67	70
ILPF 22 m Tarde (%)	69	65	49	58	78

\*ILPF 14m = densidade de 357 arvores/ha;

\*\*ILPF 22 m = densidade de 227 árvores/ha.

Para as características estruturais e de produção, não houve efeito da densidade de eucalipto, porém houve diferença entre os pontos amostrais ( $P < 0,05$ ), como se pode observar na tabela 3.

O comprimento final de folhas foi maior nos pontos B e C, onde as plantas recebiam maior radiação por um período de tempo maior, e assim conseguiam maior desenvolvimento.

O número de folhas vivas, número de folhas totalmente expandidas, a altura das plantas e a cobertura do dossel forrageiro foram maiores nos pontos B, C e D, devido ao menor sombreamento que existia naqueles pontos entre as fileiras. Nos pontos A e E, o capim foi influenciado negativamente pelo sombreamento, sendo variáveis fortemente influenciadas pela intensidade luminosa.

A densidade de plantas não foi influenciada pelo grau de sombreamento, tendo média geral de 41,25; pois algumas alterações morfológicas em plantas forrageiras sombreadas podem permitir à planta tolerar diferentes níveis de sombra. Assim, a capacidade de uma espécie de desenvolver um ou mais desses mecanismos de aclimação determina sua capacidade de crescer em ambientes sombreados e, portanto, seu potencial de uso em sistemas silvipastoris (FERNÁNDEZ et al., 2004).

Houve aumento da relação folha/colmo conforme a diminuição da intensidade luminosa, pois nos pontos A e E, onde o nível de sombra era maior, as plantas apresentaram mais folha do que colmo, pois de acordo com Gobbi et al., (2009), plantas sombreadas visam aumentar a captação de luz pelos órgãos assimiladores, ocasionando, assim, o aumento da parte aérea.

**Tabela 3.** Comprimento final de folha (CFF), número de folhas vivas (NFV), número de folhas expandidas (NFEx), relação folha/colmo (F/C), altura de planta e cobertura do dossel, densidade de plantas, índice de área foliar (IAF) e índice SPAD, em cada ponto amostral aos 110 dias após o plantio

Variável	Ponto amostral					*CV
	A	B	C	D	E	
						%
CFF (cm)	20,51c	33,39a	31,89a	26,72b	18,39c	21,05
NFV	3,02b	4,31a	4,29a	3,89a	3,02b	20,7
NFEx	5,17b	7,00a	7,50a	6,73a	5,90b	17,38
F/C	2,42a	1,93b	1,97b	2,01b	2,33a	13,09
Altura (cm)	20,98b	33,02a	37,12a	32,06a	18,01b	20,92
Cobertura (%)	15,62b	24,37a	31,87a	25,62a	11,25b	39,23
Densidade de plantas	39,75a	42,50a	43,75a	42,50a	37,75a	24,18
IAF	0,46b	1,057a	1,45a	0,975b	0,20b	54,42
SPAD	38,87b	40,87b	46,00a	37,87b	37,37b	14,13

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

\*CV = Coeficiente de variação.

Para a variável índice de área foliar pode-se observar que os valores foram maiores nos pontos B e C, sendo novamente fortemente influenciada pela luminosidade destes locais.

Entre as técnicas mais recentes com potencial para avaliar o teor de clorofila da planta em tempo real destaca-se a análise da intensidade do verde das folhas com o SPAD, pelo fato de haver correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila na folha. Esse índice foi maior no ponto C, ponto este que recebia maior intensidade luminosa, por um período de tempo maior que os demais pontos.

**Tabela 4.** Valores médios de massas de forragem (M.F.), de massa de lâmina foliar (M.L.F.), de colmo mais bainha (C + B), e teores de matéria seca da forragem, da lâmina foliar e do colmo+bainha em porcentagem, nos diferentes pontos amostrais, 110 dias após o plantio

Variável	Ponto amostral					*CV
	A	B	C	D	E	
	kg/ha					%
M. F.	728c	1606b	2119a	1376b	446c	43,6
M.L. F.	489c	1050b	1382a	913b	306c	41,34
M.C.B.	239c	555b	736a	463b	140c	48,7
	%					
Teor MS total	30a	27b	24c	27b	32a	7,03
Teor MS de lâminas	30a	27b	25b	27b	32a	9,05
Teor MS de colmo + bainha	32a	27b	22c	26b	32a	12,76

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

\*CV = Coeficiente de variação.

A massa de forragem, de lamina foliar e de colmo+bainha, foram maiores no ponto C, devido à maior intensidade luminosa nesse ponto, diminuindo um pouco nos pontos B e D, sendo menores ainda nos pontos A e E, onde encontravam-se maiores porcentagens de sombreamento. Com o crescimento das árvores, em sistemas agrossilvipastoris, há uma diminuição

progressiva da luminosidade disponível para o sub-bosque, que pode comprometer a produtividade do pasto (CASTRO et al., 1999).

Os teores de matéria seca da forragem, da lâmina foliar e do colmo+bainha foram maiores nos ambientes mais sombreados, o que é explicado por Maturscello (2009), pois o capim Piatã é considerado resistente ao sombreamento, corroborando com valores encontrados por esse autor para o capim *Brachiaria brizantha*.

Não houve efeito significativo da densidade de eucalipto, para a porcentagem de proteína bruta da folha, porém houve diferença estatística entre os pontos amostrais, sendo maiores estes valores nos pontos mais distantes das árvores, onde havia incidência de radiação solar maior, de acordo com a tabela 5.

**Tabela 5.** Teores de proteína bruta da folha (PBf; média de duas densidades de árvores) e do colmo (PBc; em duas densidades de árvores) do capim-piatã em cinco pontos amostrais

Ponto amostral	PBf	PBc	
		357 árvores/ha	227 árvores /ha
		%	
A	15,22 b	7,88 Aa	9,76 Aa
B	17,02 a	7,60 Aa	8,97 Ab
C	17,68 a	8,17 Aa	8,52 Ab
D	16,59 a	8,66 Aa	7,78 Ab
E	15,22 b	7,52 Ba	11,40 Aa
*CV (%)	6,17	18,34	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste Scott-Knott (5%).

\*CV = Coeficiente de variação.

Não houve interação densidade de eucalipto X local de amostragem para a variável proteína bruta da folha, porém houve diferença estatística entre os locais de amostragem, sendo maiores nos pontos B, C e D.

Para os valores de proteína bruta do colmo, ocorreu efeito da interação densidade de eucalipto X local da amostragem. Entre as densidades, houve diferença apenas no último ponto (E), onde o valor de PBC foi maior no sistema com menor densidade de árvores, sendo de 11,4%. No sistema com densidade de 357 árvores/ha, os valores não diferiram entre os pontos, porém no sistema com densidade de 227 árvores/ha, os maiores teores de PBC foram encontrados nos pontos mais próximos das árvores, A e B, sendo de 9,76 e 11,4%; respectivamente, corroborando os dados de Paciullo et al. (2007), que identificaram que o teor PBC é 29% maior em locais sombreados.

Não houve efeito do ponto de amostragem para o FDNc, porém, para o FDNf, houve diferença estatística entre os pontos, sendo maiores os valores mais próximos à sombra, ou seja, nos pontos A e E, com média de 70,38% e 71,31%; respectivamente. O teor de FDNc diferiu estatisticamente entre os sistemas, sendo maior no sistema com menor densidade de árvores/ha, com média de 82,88%. Não houve diferença estatística entre os pontos amostrais para o teor de FDNc, como observado na tabela 6.

**Tabela 6.** Teores de Fibra em detergente neutro (FDN) da folha e do caule do capim-piatã com duas densidade de eucalipto e em 5 pontos amostrais

Ponto amostral	FDNf (%)	FDNc (%)
A	70,38 a	81,07 a
B	68,39 b	81,11 a
C	68,59 b	81,05 a
D	70,78 a	82,04 a
E	71,31 a	79,76 a
*CV (%)	3,58	2,63

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste Scott-Knott (5%).

\*CV = Coeficiente de variação.

Os teores médios de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica da folha não diferiram estatisticamente entre os pontos amostrais e nem entre as

densidades de eucalipto estudadas neste experimento, tendo uma média geral de 74,49%.

Para os valores de DIVMOc, houve efeito da interação densidade de eucalipto X local de amostragem, sendo que os maiores valores encontrados foram nos pontos A e E no sistema com menor densidade de árvores/ha, e nos pontos B, C e D no sistema com maior densidade de árvores, de acordo com a tabela.

**Tabela 7.** Teores médios de Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) do caule do capim Piatã com duas densidades de eucalipto e em 5 locais diferentes entre as fileiras de eucalipto

Ponto amostral	DIVMOc	
	357 árvores/ha	227 árvores/ha
A	57,49 Ba	64,89 Aa
B	53,85 Aa	56,52 Ab
C	53,03 Aa	52,68 Ab
D	56,96 Aa	52,73 Ab
E	52,63 Ba	66,99 Aa
*CV (%)	54,79	58,76

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste Scott-Knott (5%).

\*CV = Coeficiente de variação.

## 5. CONCLUSÃO

As densidades de eucalipto de 227 e 357 árvores/ha não influenciaram a maior parte das características de crescimento e produção, no período de abril a agosto de 2013.

As características de crescimento e produção entre as fileiras de eucalipto foram semelhantes nos pontos mais sombreados.

A composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca do capim-piatã são melhores em ambientes mais sombreados, exceto para o teor de proteína bruta.

## 6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER,; et al. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. 2ªEd. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2012. p.88-94.

ALMEIDA, E.X. et al. Oferta de Forragem de Capim-Elefante Anão 'Mott' e a Dinâmica da Pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1281-1287, 2000.

ALEXANDRINO, E. et al. 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, n.6, p. 2174-2184, 2005.

ANJOS, A. J. **Massa de forragem, características estruturais e produção de leite em capim-marandu sob lotação intermitente com período de descanso fixo ou variável.** Diamantina, MG, 2012, 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

ARAÚJO, R. A. S.; CUNHA, F. F.; WENDLING, I. J. Morfogênese e crescimento do capim-marandu consorciado com coco-anão sob irrigação e intervalos de desfolha. **Bioscience journal**. Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 856-864. 2011.

BARBOSA, R. A. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n. 3, p.329-340, 2007.

BAUER, M. O.; PACHECO, P. A. P.; CHICHORRO, J. F. Produção e características estruturais de cinco forrageiras do gênero *Brachiaria* sob intensidades de cortes intermitentes. **Ciência Animal**. Goiânia, v. 12, n. 1, p. 17-25, jan./mar. 2011

CARVALHO, M. M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 2001, Juiz de Fora. **Anais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.85-108.

CASAGRANDE, D. R.; RUGGIERI, A.C.; JANUSCKIEWICZ, E. R.; et al. 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, out. 2010.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.919-927, 1999.

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

CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A.; et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa e agropecuária brasileira**. Volume 46. Brasília, 2011.

DA SILVA, T.C.; PERAZZO, A.F.; MACEDO, C.H.O.; et al. Morfogênese e estrutura de *brachiaria decumbens* em resposta ao corte e adubação nitrogenada. **Archivos de zootecnia**. Volume 61. Universidade de Córdoba, Espanha. p. 92. 2012.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S.; et al. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim *Survenola* crescido em consórcio. **Ciência Rural**, v.37, p.352-356, 2007.

ESTRADA, C.L.H. NASCIMENTO JR., D., REGAZZI, A.J. 1991. Efeito do número e tamanho do quadrado nas estimativas pelo Botanal da composição botânica e disponibilidade de matéria seca de pastagens cultivadas. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 483-493.

EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; et al. Evaluation of *Brachiaria brizantha* ecotypes under grazing in small plots. In:

INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19. 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Paulo, SP: FEALQ, 2001.

FAGUNDES, J.L. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.21-29, 2006.

FERNÁNDEZ, M.E.; GYENGE, J.E.; SCHLICHTER, T.M. Shade acclimation in the forage grass *Festuca pallescens*: biomass allocation and forage orientation. **Agroforestry Systems**, v.60, p.159-166, 2004.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; et al. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, 2005. p.49-58.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; NETO, A. F. G.; et al. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim *brachiaria* e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.

GOMIDE, J. A. Manejo de pastagem para a produção de leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA-EDUEM, Revista sociedade brasileira de zootecnia. Maringá-PR, 1994. **Anais...**Maringá-PR. 1994, p.141-168.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

FULKERSON, W.J., SLACK, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 2. Effect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Science**, 50(1):16-20.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PACIULLO, D.S.C. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, supl. esp., p.554-579, 2006.

GONTIJO NETO, M.M. et al. Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.60-66, 2006.

HORST, G.L., NELSON, C.J., ASAY, K.H. Relationship of leaf elongation to forageyield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madison, v.18, n.5, p.715-719, 1978.

LAMPP, B. **Avaliações quantitativas, químicas, biológicas e anatômicas de lâminas de *Panicum maximum* Jacq. Cv Aruana e Vencedor**. Tese (Doutorado). Jaboticabal. Unesp. 148p. 1997.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G. et al. (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. [S.I.]: CAB International, 2000. p. 265-288.

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

LUDLOW, M. M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. trichoglume following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 42, p. 263-272. 1997.

MACEDO, M. C. M. R. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009.

MAPA. Integração lavoura-pecuária-floresta. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/integracao-lavoura-pecuaria-silvicultura>. Acesso em: 28 de Outubro de 2013.

MANZZANTI, A.; LEMAIER, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards grazed by sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, p. 111-120. 1994.

MATUSCELLO J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; et al. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1183-1190, 2009

MESQUITA, E. E.; NERES, M. A. Morfogênese e composição bromatológica de cultivares de *Panicum maximum* em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p. 201-209, abr/jun, 2008. Minolta. 1989. Chlorophyll meter SPAD-502. *Instruction manual*. Minolta Co., Osaka, Japan. 22 pp.

MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B., CARVALHO, D. D.; et al. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com missões de macronutrientes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, 1995. p. 135-141.

MURPHY, J. S.; BRISKE, D. D. Regulation of tillering by apical dominance – chronology interpretive value, and current perspectives. **Journal of Range Management**. Denver, v. 45, n. 5, p.419-429. 1992.

MAGINBER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: Reunião da sociedade brasileira de Zootecnia. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. P. 755-771.

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

NASCIMENTO JR., D. et al. Fundamentos para o manejo de pastagens: Evolução e atualidade. In: OBEID et al. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 149-196.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. B. AROEIRA, L. J. M.; et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.573-579, abr. 2007

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S.; et al. Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.964-974, 2001. Suplemento 1.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.573-579, 2007.

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

QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, J.A.; MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 1. Digestibilidade in vitro e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.53-60, 2000.

SANTOS, P.M. et al. 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, n.2, p.244-249, 1999.

SANTOS, R. G. **Dinâmica de crescimento e produção de cinco gramíneas nativas do sul do brasil**. Porto Alegre-RS, 2005. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

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

SIMON, J. C., LEMAIRE, G. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. **Grass and Forage Science**, v. 42, n. 4, p. 373-380, 1987.

SILAVA, C. S. Conceitos básicos sobre sistemas de produção animal em pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTEGEM, 24, 2009. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009, p.278.

SILVEIRA, M. C. T. **Caracterização morfogênica de oito cultivares do gênero Brachiaria e dois do gênero Panicum.** Viçosa, 2006. 111 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

SOLLENBERGER, L.E.; BURNS, J.C. Canopy characteristics, ingestive behaviour and herbage intake in cultivated tropical grasslands. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Fealq, 2001.

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

VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; et al. Gênero Brachiaria. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras.** Viçosa: UFV, 2011. p. 30-77.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. Ed. Corvallis: O & B Books, 1983. 344p.

VARELLA, A. C.; SILVA, V. P.; RIBASKI, J.; et al. **Estabelecimento de Plantas Forrageiras em Sistemas de Integração Floresta-pecuária no Sul do Brasil.** 2ª ed. Brasília, DF. Embrapa, 2012. 544 p.

VARELLA, A.C. Escolha e manejo de plantas forrageiras para sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil. In: Seminários de Pecuária de Corte, 2008, Bagé, RS, **Palestras...** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. p. 67-83 (disponível em <http://www.embrapa.cppsul.br/publicações>).

VILELA, L. Geraldo Bueno Martha Junior(2), Manuel Cláudio Motta Macedo(3), Robélio Leandro Marchão. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.10, p.1127-1138, out. 2011.

WILKINS, R.J. The potential digestibility of cellulose in forage and feces. **J. Agric. Sci.**, Cambridge, v. 73, p.503-516, 1969.

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

WILSON, J.R. Organization of plant tissue. In: JUNG, H.J., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D., RALPH, J. (ed) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison, 1993. p.1-27.

ZEFERINO, C. V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu [Brachiaria brizantha (Hochst. Ex. A. Rich) cv. Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. Piracicaba, 2006, 196f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.