

MARINA APARECIDA LIMA

**CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE  
FORRAGEM DO CAPIM-BRAQUIÁRIA EM SISTEMA  
SILVIPASTORIL E MONOCULTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
JULHO - 2014

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

L732c  
2014  
Lima, Marina Aparecida, 1987-  
Características estruturais e acúmulo de forragem do  
capim-braquiária em sistema silvipastoril e monocultivo /  
Marina Aparecida Lima. – Viçosa, MG, 2014.  
xi, 62f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Fernanda Helena Martins Chizzotti.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f.58-62.

1. Plantas forrageiras. 2. Capim-Braquiária. 3. *Brachiaria  
decumbens*. 4. Pastagens - manejo. 5. Agrossilvicultura.  
6. Plantas - Efeito da luz. 7. Plantas - Efeito da sombra .  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.  
Programa de pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.2

MARINA APARECIDA LIMA


**CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE  
FORRAGEM DO CAPIM-BRAQUIÁRIA EM SISTEMA  
SILVIPASTORIL E MONOCULTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 16 de julho de 2014.

  
João Carlos de Carvalho Almeida

  
Dilermando Miranda da Fonseca  
(Coorientador)

  
Fernanda Helena Martins Chizzotti  
(Orientadora)

## **DEDICO**

À Deus, acima de tudo.

Aos meus pais, Marcio e Eva.

## **OFEREÇO**

Ao meu namorado Vitor

Ao meu irmão Marcelo

À minha cunhada Tatiana

Aos meus avós maternos, Raimundo Feliciano (*in memorian*), Maria da Conceição, e paternos, Inez Teixeira Lopes de Lima (*in memorian*) e Daniel Rodrigues Lima (*in memorian*)

À minha amável afilhada Vitória

Aos demais familiares

A minha amiga Ana Carolina Carvalho de Barros

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, acima de tudo.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por ter proporcionado minha formação acadêmica e por ter me ensinado a dar valor às coisas mais simples da vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Professora Dra. Fernanda Helena Martins Chizzotti pela orientação e oportunidades concedidas, confiança, dedicação, ensinamentos e por ter acreditado na realização desse trabalho.

Ao Professor Dr. Dilermando Miranda da Fonseca pelos ensinamentos e pelo exemplo de conduta profissional, por me acompanhar como coorientador e pela participação na banca de defesa deste trabalho.

Ao Professor Dr. Rasmão Garcia pelo conhecimento e dedicação ao que se faz e por me acompanhar como coorientador.

Ao Professor Dr. João Carlos de Carvalho Almeida pelos ensinamentos e orientação na graduação, por me despertar o interesse científico e pela participação na banca de defesa deste trabalho.

Aos professores da UFRRJ e UFV que contribuíram para minha formação profissional.

Aos estagiários Bárbara Lastória, Gabriela Neves, Carol Teles, Daniely Santiago, Laura Brandão, Rhenan Duarte, Maximillian Megale, Victor Vasconcelos e Kaik Faria pela amizade, confiança e ajuda incalculável. Sem essas pessoas esse trabalho jamais sairia do papel.

Aos colegas do curso de pós-graduação pelo incentivo e amizade.

Aos meus pais, pela confiança e total entrega a minha formação durante todos esses anos da minha vida e por sempre acreditarem neste sonho.

A meu irmão Marcelo e minha cunhada Tatiana pelo incentivo e apoio.

A meu namorado Vitor Machado, pelo amor e companheirismo ao longo desta caminhada, sem você não teria conseguido.

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

## **BIOGRAFIA**

MARINA APARECIDA LIMA, filha de Marcio Antônio Lima e Eva Aparecida Alves Lima, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 05 de outubro de 1987.

Em julho de 2012, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em Seropédica, Rio de Janeiro.

Em novembro de 2012, iniciou-se o Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, onde desenvolveu estudos na área de Forragicultura e Pastagens, submetendo-se à defesa da dissertação em 16 de julho de 2014.

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Sistema silvipastoril.....	3
2.2. Manejo do pastejo em sistema silvipastoril.....	4
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	10
3.1. Histórico da área experimental.....	10
3.2. Localização.....	10
3.4. Solo.....	12
3.5. Correção do solo.....	12
3.6. Preparo da área experimental.....	13
3.7. Adubação.....	14
3.8. Período experimental.....	14
3.9. Uniformização das unidades experimentais.....	15
4.0. Representação da área experimental.....	16
4.1. Manejo do pastejo.....	17
<b>5. AVALIAÇÕES</b> .....	18
5.1. Número de ciclos e intervalos de pastejos.....	19
5.2. Altura do dossel forrageiro.....	19
5.3. Interceptação luminosa e índice de área da folhagem.....	20
5.4. Massa, componentes morfológicos e relação lâmina foliar:colmo da forragem.....	21
5.5. Acúmulo e remoção da forragem.....	23
5.6. Densidade populacional de perfilhos e peso de perfilho.....	23
5.7. Análise estatística.....	24
<b>6. RESULTADOS</b> .....	25

6.1.	Eliminação de tratamento .....	25
6.2.	Número de ciclos e intervalos de pastejos.....	26
6.3.	Altura, índice de área da folhagem e interceptação de luz .....	27
6.4.	Massa, remoção, composição morfológica e relação lâmina foliar:colmo da forragem .....	33
6.5.	Acúmulo de massa seca, lâminas foliares e colmo da forragem .....	42
6.6.	Densidade populacional de perfilhos e peso de perfilho .....	46
<b>7.</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
7.1.	Número de ciclos e intervalo de pastejos.....	48
7.2.	Altura e índice de área da folhagem .....	48
7.3.	Massa, composição morfológica, relação lâmina foliar:colmo e remoção da forragem.....	50
7.4.	Acúmulo de massa seca, lâminas foliares e colmo da forragem .....	54
<b>8.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>57</b>
<b>9.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>58</b>

## RESUMO

LIMA, Marina Aparecida, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2014. **Características estruturais e acúmulo de forragem do capim-braquiária em sistema silvipastoril e monocultivo.** Orientadora: Fernanda Helena Martins Chizzotti. Co-orientadores: Dilermando Miranda da Fonseca e Rasmô Garcia.

Estudos sobre manejo do pastejo das forrageiras em pleno sol possibilitaram definir metas para entrada e saída dos animais, em lotação intermitente, mas ainda não há informações disponíveis na literatura para interrupção da rebrotação em sistemas silvipastoris. Em face de não haver estudos relacionados ao manejo de forrageiras sob pastejo em sistemas silvipastoris, foi proposto este experimento com objetivo de determinar metas de pré-pastejo com base na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em pastos de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e monocultivo, para definir estratégias de manejo do pastejo no método de lotação intermitente. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa em uma área pertencente ao Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, durante o período de outubro de 2013 a março de 2014. Os tratamentos foram constituídos combinações entre quatro frequências de pastejos com base na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (85, 90, 95 e 100%) e dois sistemas de produção (monocultivo e silvipastoril), constituindo um arranjo fatorial 4x2. Foi utilizado delineamento experimental em blocos completos ao acaso, com dois blocos e duas repetições por bloco. Foram avaliadas as variáveis altura, número de ciclos e intervalo de pastejos, interceptação de luz pelo dossel forrageiro, índice de área da folhagem, massa, remoção e acúmulo de forragem e componentes morfológicos nas condições de pré e pós-pastejo, densidade populacional de perfilhos na condição de pré-pastejo. As alturas pré-pastejo foram maiores em todas as metas estudadas em sistema silvipastoril. Os tratamentos de 90% de IL apresentaram maior número de ciclos de pastejo e menor intervalo de pastejos em relação aos tratamentos de 95% de IL e 100% em monocultivo e sistema silvipastoril. O maior acúmulo de matéria seca total (16.698,8 kg ha<sup>-1</sup> MS) foi observado na meta de 95% de IL em monocultivo, assim como observado para o acúmulo de lâminas foliares. No sistema silvipastoril o maior acúmulo de matéria seca total foi observado na meta de 95% de IL (12.482,6 kg ha<sup>-1</sup> MS). O monocultivo apresentou maior

acúmulo de lâminas foliares em relação ao sistema silvipastoril. O acúmulo de lâminas foliares foi menor nos tratamentos de 100% de IL em ambos sistemas em virtude da maior participação de colmos na massa de forragem. No tratamento de 100% de IL ocorreu maior incremento de forragem senescente em relação às metas de 90% e 95% de IL. O monocultivo apresentou maior quantidade de forragem senescente que o sistema silvipastoril. As metas de 90 e 95% de IL possibilitaram maior densidade populacional de perfilhos que na meta de 100% de IL. Contudo, as metas de manejo não influenciaram a densidade populacional de perfilhos no sistema silvipastoril. O monocultivo proporcionou maior densidade populacional de perfilhos que o sistema silvipastoril. Em função dos elevados acúmulos de matéria seca total, lâminas foliares e maior eficiência de pastejo atribuída a maior remoção de forragem, os pastos de capim-braquiária devem ser manejados com 95% de IL em sistema silvipastoril (altura de 40 cm) e em monocultivo (altura de 20 cm) em pré-pastejo no método de lotação intermitente durante o período de crescimento da forrageira.

## ABSTRACT

LIMA, Marina Aparecida, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2014. **Characteristics structural and herbage accumulation of signal grass in a silvopastoral system and monoculture.** Adviser: Fernanda Helena Martins Chizzotti. Co-advisers: Dilermando Miranda da Fonseca and Garcia Rasmø.

Studies on the grazing of forage in full sun enabled management to set goals for input and output of animals in rotational stocking, but there is no information available in the literature for interruption of regrowth in silvopastoral systems. In the face of no related to the management of grazing forage in silvopastoral systems studies, we proposed this experiment in order to determine goals of pre-grazing based on the interception of photosynthetically active radiation in *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system and monoculture for define strategies for grazing management in rotational stocking method. The experiment was conducted at the Federal University of Viçosa in an area belonging to the Department of Animal Science, Viçosa, Minas Gerais, during the period October 2013 to March 2014. The treatments consisted of four combinations of grazing frequencies based on the interception of photosynthetically active radiation (85, 90, 95 and 100%) and two production systems (monoculture and silvopastoral) in a factorial arrangement 4x2. Experimental design used was randomized complete block design with two blocks and two replicates per block. The variables height, number of cycles and range grazing, light interception by the canopy, leaf area index, mass removal and accumulation of forage and morphological components in the pre and post-grazing tiller density were evaluated provided pre-grazing. The pre-grazing heights were higher in all the targets studied in a silvopastoral system. Treatments of 90% IL showed greater number of grazing cycles and lower range of grazing compared to 95% of IL and 100% in monoculture and silvopastoral system treatments. The greater accumulation of total dry matter (16.698,8 kg ha<sup>-1</sup> DM) was observed in 95% target of IL monoculture, as observed for the accumulation of leaf blades. Silvopastoral system in the greater accumulation of total dry matter was observed in 95% target IL (12.482,6 kg ha<sup>-1</sup> DM). The monoculture showed higher accumulation of leaf blades in relation to silvopastoral system. The accumulation of leaf blades was lower in the 100% IL in both systems due to the increased participation of stems

of forage mass treatments. In treating 100% greater increase in IL senescent forage on targets of 90% and 95% IL occurred. The monoculture showed more senescent forage than the silvopastoral system. The goals of 90 and 95% IL enabled greater tiller density than the target of 100% of IL. However, the management goals did not influence tiller density in a silvopastoral system. Monoculture provided higher tiller density than the silvopastoral system. Due to the high accumulation of total dry matter, leaf blades and greater efficiency attributed to greater removal of grazing forage pastures of *Brachiaria* grass should be grazed at 95% of IL in a silvopastoral system (height 40 cm) and monoculture (height 20 cm) in pre-grazing on the method of blending intermittently during the growth of the grass.

## 1. INTRODUÇÃO

As pastagens cobrem cerca de dois terços de toda a área agricultável do globo terrestre. No Brasil, as pastagens ocupam cerca de três quartos da área agrícola nacional (Brasil, 2006), cerca de 210 milhões de hectares, assumindo papel de destaque no cenário agrícola brasileiro e na pecuária por ser a principal e menos onerosa forma de alimentação do rebanho bovino. No entanto, as pastagens cultivadas com gramíneas tiveram grande expansão entre as décadas de 1970 e 1990, principalmente com o estabelecimento de espécies do gênero *Brachiaria*, com predominância de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* (Boddey et al., 2004).

Estima-se que o Brasil tenha mais de 120 milhões de hectares de pastagens cultivadas, e que 85% dessa área seja ocupada por braquiárias. Entretanto, apesar de sua representatividade, as pastagens apresentam baixos índices de produtividade de forragem e animal, resultante da falta de estratégias de manejo do pastejo apropriadas para os diferentes sistemas de produção, pois não são respeitados os limites de utilização das plantas e as necessidades dos animais. Isso é alarmante quando se considera que a maior parte da produção de ruminantes no Brasil é gerada sobre pastagens (Euclides; Medeiros, 2005). Essas pastagens, na maioria das vezes, são formadas em solos de baixa fertilidade, o que contribui para o avanço do processo de degradação, poucos anos após o estabelecimento (Boddey et al., 2004; Macedo, 2005).

Uma solução viável para se enfrentar esse problema é o estabelecimento de sistemas de produção que promovam a sustentabilidade e a rentabilidade das pastagens. Nesse contexto, os sistemas silvipastoris, que são sistemas de produção nos quais se integram animais, plantas forrageiras e árvores na mesma área, é uma alternativa, por proporcionar, desde que bem manejado, benefícios a todos os componentes deste ecossistema. Entre os benefícios do uso desses sistemas destacam-se: possibilidade de aumento da fertilidade e conservação do solo (Xavier et al., 2002; Power et al., 2003), melhoria do conforto térmico para os animais (Paes Leme et al., 2005), aumento da qualidade da forragem e da produção animal (Deinum et al., 1996; Paciullo et al., 2007; Yamamoto et al., 2007; Paciullo et al., 2011a), possibilidade de diversificação e aumento de renda (Carvalho, 2001; Muller et al., 2011) e ganho

por serviços ambientais como sequestro de carbono atmosférico, contribuindo para a mitigação de gases de efeito estufa (Schoeneberger, 2009).

A radiação interceptada é determinante para o crescimento e desenvolvimento da planta forrageira, no entanto, a quantidade e qualidade de radiação fotossinteticamente ativa que chega ao dossel forrageiro em pleno sol e sistema silvipastoril são diferentes. Nesse sentido, a *Brachiaria decumbens* é descrita como tolerante ao sombreamento moderado, apresentando nessa condição respostas plásticas, como incremento no comprimento de folhas e colmos e aumento da área foliar específica, para aumentar eficiência na interceptação da radiação (Guenni et al., 2008; Paciullo et al., 2008). A alteração no ambiente luminoso provocada pela interceptação da radiação solar pelas copas das árvores em sistemas silvipastoris modifica o padrão de alocação de biomassa da planta forrageira, o que por sua vez, determina a estrutura do dossel forrageiro. Assim, é necessário um maior entendimento das alterações na estrutura do dossel da forrageira nesses sistemas, que em última análise, irá modificar as metas ou estratégias de manejo do pastejo.

Embora estudos sobre o manejo do pastejo das forrageiras em pleno sol possibilitaram definir metas para entrada e saída dos animais em lotação intermitente, ainda não há informações disponíveis na literatura para interrupção da rebrotação em sistemas silvipastoris. Em face da escassez de estudos relacionados ao manejo de forrageiras em sistemas silvipastoris, o experimento foi conduzido com o objetivo de determinar metas de pré-pastejo com base na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa dos pastos de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e monocultivo para definir estratégias de manejo do pastejo no método de lotação intermitente.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Sistema silvipastoril

O sistema silvipastoril é uma modalidade dos sistemas agroflorestais (SAF's), e constitui alternativa interessante, uma vez que apresenta potencial de benefícios aos animais, meio ambiente e pasto, aliados à produção de madeira e outros produtos, que servirão de renda ao produtor.

Embora, a economia da Região da Zona da Mata esteja tradicionalmente associada à agropecuária, vem surgindo nos últimos anos, novas oportunidades de produção madeireira, visando abastecimento do pólo moveleiro de Ubá, que é considerado o terceiro do Brasil e o primeiro de Minas Gerais (Souza, 2008). Entretanto, a madeira consumida neste pólo é, em sua maioria, proveniente de outras regiões do país, em razão de sua indisponibilidade na região. Desta forma, a produção de madeira pelo Sistema agrossilvipastoril ou silvipastoril são alternativas vantajosas para médios e pequenos produtores desta região. Esses sistemas, bem manejados, têm potencial para aumentar a produtividade e reduzir a degradação ambiental, além de possibilitar melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e aumentar a diversificação da produção na pequena, média e grande propriedade, proporcionando através do cultivo múltiplo, melhores chances na comercialização e na permanência do homem no campo (Santos et al., 2008).

O estabelecimento de forrageiras em sistemas silvipastoris vem crescendo nos últimos anos em todo território brasileiro. A introdução de forrageiras consorciadas com culturas anuais e arbóreas têm se mostrado como técnica eficiente na recuperação e, ou, renovação de pastagens degradadas. Além disso, são indiscutíveis os benefícios ambientais e de bem estar animal quando criados nesses ecossistemas.

A maior produção forrageira de gramíneas sob níveis moderados de sombra resulta da mineralização intensa da matéria orgânica e, conseqüentemente, disponibilidade de N no solo, favorecida pela maior umidade e temperatura mais amena (Garcia e Couto, 1997). Costa et al., (1999) verificaram que *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria humidicola* e *Paspalum atratum* cv. Pojuca foram às gramíneas mais adaptadas ao sombreamento imposto por seringal adulto, estabelecido há 12 anos, com maiores produções de massa seca, tanto no período chuvoso quanto no seco.

Já, sob sombreamento de eucalipto, as gramíneas mais produtivas foram *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Pennisetum purpureum* cv. Mott e *Brachiaria humidicola*. Por outro lado, foi observada drástica redução na produção de massa seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (56%), *Panicum maximum* cvs. Mombaça (48%) e Tanzânia (52%), estabelecidas sob sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), recebendo 40% de luz (Carvalho et al., 1998).

Os benefícios da associação árvore-pecuária podem ser sintetizados como: agronômicos - por meio da recuperação e manutenção das características produtivas do solo; econômicos - por meio da diversificação de produtos e obtenção de maiores produções a menores custos; ecológicos - devido à redução da biota nociva às espécies cultivadas e consequente redução da necessidade de defensivos agrícolas, bem como redução da erosão e maior biodiversidade em comparação aos monocultivos; sociais - dada à distribuição mais uniforme da renda, geração de tributos, de empregos diretos e indiretos, além da maior possibilidade de fixação do homem no campo. Além disso, há o benefício zootécnico, possibilitando o estabelecimento de pasto com boa produtividade e valor nutritivo, o que resulta em alto desempenho dos animais. Assim, a sustentabilidade é uma característica inerente ao sistema silvipastoril, desde que planejado, implantado e manejado corretamente, pois está alicerçado em princípios básicos que envolvem aspectos ecológicos, econômicos e sociais.

## **2.2. Manejo do pastejo em sistema silvipastoril**

A utilização de sistemas silvipastoris tem sido sugerida para garantir sustentabilidade em sistemas de produção animal devido ao seu potencial para aumentar a fertilidade do solo, melhorar a qualidade da forragem, promover o conforto térmico aos animais e proporcionar diversificação de renda para o produtor (Porfírio-da-Silva, 2007).

O cultivo da planta forrageira no sistema silvipastoril aumenta a competição por recursos de crescimento, sobretudo pelo sombreamento das copas das árvores que diminui a qualidade e a quantidade da radiação incidente no sub-bosque. Essa alteração no ambiente luminoso modifica o padrão de alocação de biomassa da planta forrageira, o que por sua vez,

determina a estrutura e o índice de área foliar do dossel forrageiro (Paciullo et al., 2008).

Algumas práticas de manejo do sistema silvipastoril relacionadas ao componente arbóreo como: orientação da direção de plantio em relação aos pontos cardeais (Leste-Oeste), escolha da espécie, desrama, desbaste, densidade de plantio e o arranjo espacial, podem atenuar a competição por radiação solar. O eucalipto possui características favoráveis para o consórcio com pasto, pelo rápido crescimento e arquitetura de copa que permite a passagem de boa parte da radiação incidente em arranjos de plantio menos densos.

Quanto à planta forrageira, diversas pesquisas foram conduzidas com espécies e, ou, cultivares de clima tropical com o intuito de avaliar a tolerância ao sombreamento. Nesse sentido, as espécies e, ou cultivares mais cultivadas no país (*Brachiaria* spp. e *Panicum maximum*) são descritas como tolerantes ao sombreamento moderado, apresentando, nessa condição, respostas plásticas como incremento no comprimento de folhas e colmos e aumento da área foliar específica, para aumentar a eficiência na interceptação da radiação (Guenni et al., 2008; Paciullo et al., 2008, Shelton et al., 1987).

No estabelecimento de sistemas silvipastoris recomenda-se reservar a área algum período antes da entrada dos animais para evitar possíveis danos ao componente arbóreo. Esse tempo de não utilização do pasto é definido basicamente pelo desenvolvimento das árvores. Em estudos realizados com *Pinus* sp., verificou-se que, para evitar danos às árvores, o gado bovino não deve ser colocado antes que as plantas tenham três anos de idade ou 4 m de altura, no entanto ovelhas podem ser introduzidas mais cedo ou seja, com árvores com 2 m de altura.

Nos Estados Unidos, a associação de bovinos com *Pinus elliotti*, a partir dos dois anos de idade de implantação e na taxa de lotação de cinco animais por hectare, não afetaram significativamente a sobrevivência das plantas até os cinco anos de idade (Perason & Whitaker, 1973). Num sistema silvipastoril adotado no Equador, o plantio de *Eucalyptus globulus* foi realizado em áreas destinadas ao pastoreio com ovelhas, as quais não danificaram as árvores, ajudando, ao contrário no controle das plantas daninhas e diminuindo a competição por água e nutrientes, bem como os riscos de incêndio na estação

seca. Posteriormente, conforme as árvores vão crescendo, introduz-se nestas áreas o gado bovino (Lojan, 1979; citado por Couto et al., 1988).

No caso de espécies arbóreas que possuem crescimento lento, o cultivo com culturas agrícolas nos primeiros anos (agrossilvipastoris) pode ser uma alternativa para otimizar o uso da área. Nesse caso, a forragem produzida no primeiro cultivo é utilizada para formação de palhada para o plantio direto da cultura agrícola. Uma vez observado o desenvolvimento adequado das árvores, os animais são manejados no pasto a partir da adoção de um dos métodos de manejo do pastejo, lotação contínua e, ou, rotativa. Para Alvarenga et al., (2012) o manejo do pastejo deve ser feito de acordo com o que é estabelecido para a cultivar forrageira utilizada para compor o sistema, levando-se em consideração a altura de entrada e saída dos animais no pasto. Santos et al., (2012) colabora com a recomendação de Alvarenga et al., (2012), porém salienta que as forrageiras cultivadas nesses sistemas apresentam menores taxas de crescimento e que deve-se aumentar o intervalo entre desfolhação em pastos manejados sob lotação rotativa ou reduzir a taxa de lotação em pastos sob lotação contínua.

Sabe-se que nos últimos anos houve uma grande evolução em relação ao manejo do pastejo de gramíneas de clima tropical cultivadas em pleno sol. Esse avanço foi possível graças aos conhecimentos gerados a partir de aspectos morfofisiológicos e passaram a fazer parte de protocolos de avaliação de pesquisas na área de manejo de pastejo. Pesquisas sobre o momento de interrupção do período de rebrotação da forrageira, assim como da altura residual, em pastos de gramíneas em monocultivo têm contribuído para aumento da eficiência de uso do pasto, conforme resultados apresentados por Gomide (2001), Carnevalli (2003), Da Silva e Nascimento Jr. (2007).

Esses estudos possibilitaram a geração de metas mais precisas de manejo dos animais em pastejo, tais como altura pré e pós pastejo para diversas espécies e, ou, cultivares de forrageiras mantidas em lotação rotativa e, faixas de altura para diversas forrageiras mantidas em lotação contínua. No entanto, ainda não há informações claras a respeito do manejo do pastejo em sistema silvipastoril. Conhecimentos sobre questões importantes como, intervalo de desfolha e intensidade de pastejo mais adequados ainda não foram gerados. Atualmente, existem basicamente três diferentes critérios para definição de metas de manejo do pastejo para interrupção da rebrotação

(intervalo de desfolha): número de dias; número de folhas vivas por perfilho e mais recentemente o critério de altura do pasto para interceptar 95% da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) que é a porção da energia luminosa proporcionada pelo espectro de radiação solar que pode ser aproveitada pela planta para realizar fotossíntese.

O critério do número de dias para definição do intervalo de desfolha em forrageiras cultivadas em pleno sol tem sido contestado, embora seja mais fácil do ponto de vista prático. Fundamenta-se tal contestação, em função das condições de crescimento do pasto, relacionadas às práticas de manejo do pasto (como por exemplo, a fertilização nitrogenada) e ao clima, podendo ser o período fixo muito longo ou curto, acarretando no pasto comprometimento da estrutura do mesmo ou de sua persistência. Isto ocorre devido as modificações morfofisiológicas das forrageiras quando cultivadas à sombra (Tabela 1), o problema pode ser agravar. Portanto, esse é um critério que não deve ser utilizado ou recomendado para o manejo de pastejo em sistemas silvipastoril.

Tabela 1 - Alongamento de folhas (mm/perfilhos dia), intervalo de cortes (dias) e densidade populacional de perfilhos (perfilhos m<sup>2</sup>) do capim-braquiária ao interceptar 95% da radiação fotossinteticamente ativa em função do nível de sombreamento

Característica	Sol pleno	Sombra 35%	Sombra 50%	Sombra 60%
Alongamento de folhas	16,0 b	21,8 a	21,7 a	17,3 b
Intervalo de cortes	33 a	32 a	42 b	58 c
Densidade Populacional de Perfilhos	1.018 a	745 b	615 bc	526 c

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05).  
Fonte: Adaptado de Machado 2012.

O critério do número de folhas vivas por perfilho, proposto por alguns autores, poderia se revestir de importância para orientação do manejo do pastejo em sistema silvipastoril. Entretanto, a luz dos conhecimentos sobre morfogênese e estrutura de pastos sombreados, podem-se fazer inferências descritas a seguir. Os resultados mostram que a taxa de aparecimento de folhas vivas e sua duração de vida, praticamente não se altera com o sombreamento a um nível moderado (Paciullo et al., 2008; Lopes et al., 2011;

Machado, 2012). Esse fato resulta em relvados com o número mais ou menos constantes de folhas vivas, independentemente do fato da gramínea estar ou não em sistema silvipastoril. Com as taxas de alongamento de colmo estimuladas pela redução do nível de radiação fotossinteticamente ativa, tem-se que relvados sombreados alcançam maiores alturas que aqueles em pleno sol, mantendo o mesmo número de folhas vivas por perfilho (Tabela 2). A elevação da altura sustentada por colmos mais finos pode acarretar tombamento das plantas e redução da eficiência de pastejo da forragem pelos animais, o que pode comprometer o uso de tal critério.

Tabela 2 - Número de folhas vivas por perfilho e taxa de alongamento de colmo em função do nível de sombreamento natural

Característica	Sol pleno	Sombra 20%	Sombra 70%
Número de folhas vivas por perfilho	5	5,1	5,3
Alongamento colmos	5,3 a	6,6 b	9,2 c

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).  
Fonte: Adaptado de Lopes 2012.

O critério de altura do relvado ao interceptar 95% da radiação fotossinteticamente ativa constitui em um dos principais avanços para manejo do pastejo de gramíneas de clima tropical dos últimos anos (Da Silva e Nascimento Jr. 2007). A utilização do pasto, no momento em que o relvado intercepta 95% da radiação incidente, tem trazido benefícios em termos de eficiência do pastejo, além de se constituir em critério plausível de ser usado pelos manejadores de pastos, quando se associa esse momento com altura, que em última instância seria a meta balizadora do manejo, uma vez que, essa altura seria específica para cada espécie e, ou, cultivar independentemente das condições edafoclimáticas ou de manejo do pasto (Da Silva e Nascimento Jr. 2007).

No entanto, Machado (2012) observou que a altura do pasto de capim-braquiária ao interceptar 95% da radiação fotossinteticamente ativa aumentou à medida que se reduziu o espaçamento entre linhas de eucalipto (aumento do sombreamento) e que, nesse momento, o comprimento final do colmo da forrageira foi superior ao do monocultivo (Tabela 3).

Tabela 3 - Altura do pasto (cm) e comprimento final de colmos (cm) de capim-braquiária ao interceptar 95% da radiação fotossinteticamente ativa em função do nível de sombreamento com eucalipto

Característica	Sol pleno	Sombra 35%	Sombra 50%	Sombra 60%
Altura do pasto	20,6 d	31,1 c	38,1 b	42,7 a
Comprimento final de colmos	9,6 c	18,9 b	23,9 a	23,8 a

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).  
 Fonte: Adaptado de Machado 2012.

Ressalta-se que esse aumento no comprimento final de colmos não era esperado, pois, segundo Da Silva e Nascimento Junior (2007), o acúmulo de colmo é incrementado de maneira significativa somente a partir da condição em que o dossel intercepta 95% da luz incidente, ou seja, atinge seu IAF crítico. Isto indica que esse conceito não deva ser aplicado a forrageiras cultivadas sob restrição luminosa e que, nessas condições, a meta para interrupção da rebrotação possa ocorrer anteriormente à interceptação de 95% da RFA.

Quanto à altura de resíduo ou a intensidade de pastejo sabe-se que forrageiras de clima tropical quando cultivadas em ambientes sombreados aumenta a alocação de fotoassimilados para a parte aérea em detrimento do sistema radicular (Martuscello et al., 2009) e que, nessas condições a quantidade total de reservas orgânicas reduz a medida que se aumenta o nível de sombreamento (Castro et al., 1999). Diante de tais modificações é possível inferir que o pastejo deve ser mais leniente, a fim de possibilitar uma maior área foliar residual para não se exaurir as reservas orgânicas das plantas sombreadas e possibilitar a rebrotação.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Histórico da área experimental**

No período de janeiro de 2010 a dezembro de 2011 foi conduzido um experimento na área com a espécie arbórea eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), que é um clone híbrido das espécies *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, implantação em janeiro de 2010 e a forrageira o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), onde foram avaliadas as respostas dessa forrageira em monocultivo e sistema silvipastoril sob diferentes arranjos de plantio do eucalipto (6x2 m, 6x4 m, 8x2 m, 8x4 m, 10x2 m e 10x4 m), com manejo de desfolhação quando atingisse 95% de interceptação luminosa e manejo com 20 cm de altura do pasto. Diante dos resultados obtidos neste experimento, e pela necessidade de continuar a pesquisa neste sistema, foi realizado o desbaste de árvores de eucalipto no sistema silvipastoril, permanecendo apenas o espaçamento 10x4 m que resultou em melhores produtividades por área. Adjacente ao sistema silvipastoril, foi preparada uma nova área para implantação do monocultivo do capim-braquiária.

#### **3.2. Localização**

A área experimental utilizada pertence ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais (20° 45' de latitude sul, 46° 51' de longitude oeste e 689 m de altitude) de 0,64 hectares e topografia montanhosa. O município de Viçosa está localizado na região da Zona da Mata de Minas Gerais. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa, com estação seca e chuvosa bem definida.



Figura 1 - Área experimental localizada na UFV.

### **3.3. Dados climáticos**

Os dados referentes à precipitação pluvial, temperatura média, mínima e máxima durante o período experimental foram registrados pela estação meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, distante, aproximadamente, 550 m da área experimental (Figura 2).

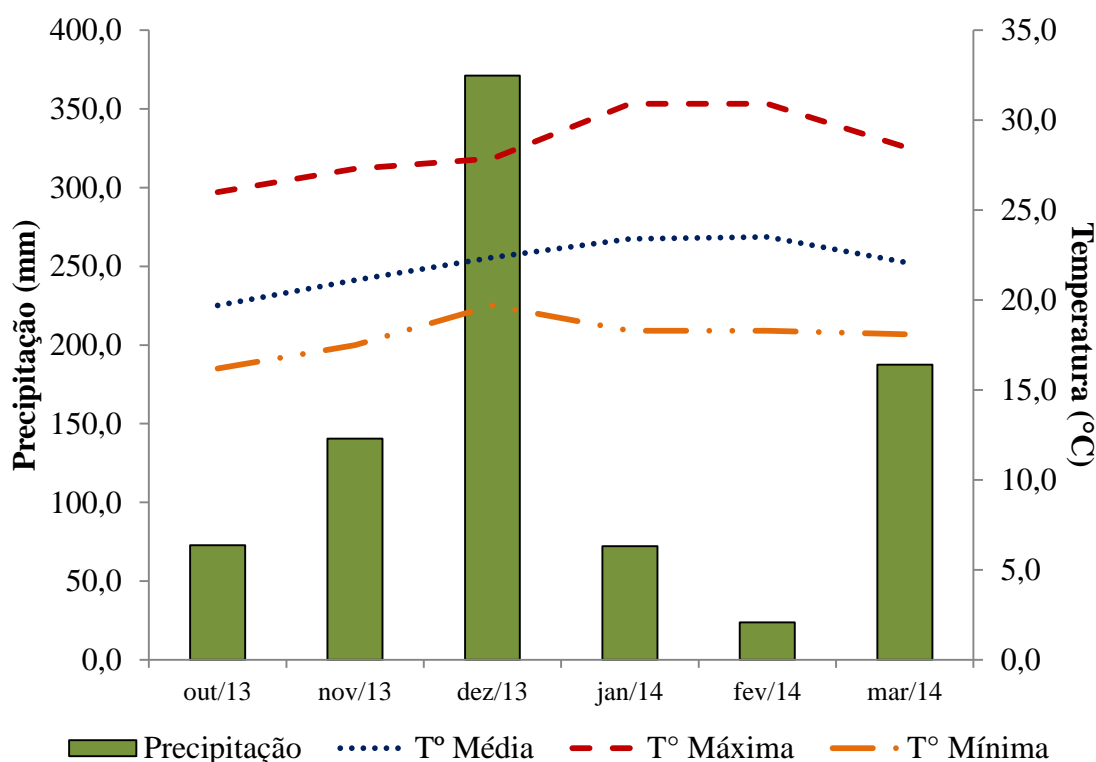


Figura 2 - Dados climáticos registrados durante o período experimental.

### 3.4. Solo

A área experimental está no topo do relevo (Figura 1), em um solo da classe Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Embrapa, 2006), caracterizado por textura argilosa, pH ácido, baixa saturação por bases e alta concentração de Alumínio.

### 3.5. Correção do solo

A área tem sua fertilidade monitorada anualmente com a finalidade de elevar a saturação por bases e manter teores satisfatórios de fósforo e potássio. Para tanto, no início do experimento, foram retiradas 60 amostras na profundidade de 0-20 cm com auxílio de trado holandês no período de novembro de 2012. Essas amostras compuseram três amostras compostas ( $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$ ), que representavam a heterogeneidade da área experimental. As amostras compostas foram enviadas para análise e os resultados estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise química de rotina das amostras A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> na camada de 0 a 20 cm do solo da área experimental

Amostras	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	(t)	(T)	V	m	P-rem
	H <sub>2</sub> O		mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%		mg L <sup>-1</sup>
A <sub>1</sub>	4,5	2,2	28,0	0,5	0,1	1,2	0,7	1,9	7,9	8,9	62,6	22,0
A <sub>2</sub>	4,8	2,1	49,0	1,4	0,5	0,6	2,0	2,6	8,1	24,9	22,6	26,1
A <sub>3</sub>	4,3	1,0	43,0	0,4	0,1	1,3	0,6	1,9	8,2	7,3	67,9	22,4

De posse dos resultados da análise de solo procedeu-se a correção do solo da área experimental. Com objetivo de elevar a saturação por bases para 40%, foram aplicados sobre a palhada o equivalente a 2,7; 1,4 e 3 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 82%) nas áreas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub>, respectivamente.

### 3.6. Preparo da área experimental

Para o estabelecimento da *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) no sistema silvipastoril e monocultivo, foi realizada uma roçada mecânica 60 dias antes da semeadura da planta forrageira, com o objetivo de estimular a rebrotação para aplicação de herbicida dessecante. O herbicida foi aplicado 30 dias após roçada das plantas daninhas, utilizando 1,8 kg ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 0,480 kg ha<sup>-1</sup> de 2,4-D.

A semeadura da cultivar Basilisk foi realizada a lanço com 8 kg de sementes puras viáveis por hectare em dezembro de 2012, sobre a palhada dessecada existente na área. Os clones de eucalipto quando iniciou o período efetivo de coleta de dados apresentavam 24 meses de idade e arranjo de plantio 10x4 m.



Figura 3 - Área experimental dessecada.

### 3.7. Adubação

No período de dezembro de 2012 por ocasião da semeadura foram aplicados a lanço sobre a palhada 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 8-28-16. Durante o período efetivo de coleta de dados foi aplicado 150 kg ha<sup>-1</sup> de N na formulação 20-05-20, parcelados em três aplicações de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, distribuído na condição de pós-pastejo, ou seja, assim que fosse realizado o pastejo. Como o intervalo de pastejos e as condições de entrada dos animais nos piquetes foram variáveis, as datas de aplicações também foram variáveis, porém realizadas de forma que todos tratamentos recebessem a mesma quantidade de N ao final do período experimental.

### 3.8. Período experimental

O período total do experimento foi de 516 dias (01/11/2012 a 19/03/2014), com o período efetivo de coleta de dados de 01/10/2013 a 19/03/2014, totalizando 170 dias e caracterizando o período de crescimento da forrageira. O período de 01/11/2012 a 01/10/2013 foi destinado ao preparo da área por meio da dessecação do capim, desbaste de árvores, confecção de cercas, coleta de amostras para análise de solo e pastejo de uniformização da área experimental.

### 3.9. Uniformização das unidades experimentais

Antes do período efetivo de coleta de dados, a área experimental encontrava-se vedada, apresentando grande quantidade de massa de forragem. Diante disto, foram realizados pastejos para diminuir a quantidade de forragem acumulada durante este período (Figura 4).



Figura 4 – Pastejo de uniformização realizado antes do início da coleta de dados do experimento.

Para uniformização, em setembro de 2013 foram realizadas roçadas manuais e a forragem cortada foi retirada dos piquetes com o auxílio de rastelo, buscando deixar a menor quantidade possível de forragem após o corte (Figura 5).



Figura 5 - Roçada (A) e retirada da forragem (B) das unidades experimentais (piquetes), realizada para uniformização do pasto de capim-braquiária.

Esse procedimento foi realizado somente no início do experimento com o objetivo de assegurar que as metas iniciais de pré-pastejo haviam sido geradas corretamente. A partir dessa roçada, iniciou-se o monitoramento da interceptação da radiação dos pastos. Na segunda quinzena de setembro de 2013 foi realizado um pastejo conforme as metas de entrada (85, 90, 95 e 100% de IL) e altura pós-pastejo de 50% da altura de pré-pastejo.

#### **4.0. Representação da área experimental**

A área utilizada no experimento foi subdividida em dois blocos com trinta e dois piquetes (unidades experimentais) de aproximadamente 200 m<sup>2</sup> cada, totalizando 0,64 há (Figura 6). Esta área é constituída por dois sistemas de cultivo: monocultivo do capim-braquiária e sistema silvipastoril, tendo como componente arbóreo o eucalipto em um espaçamento de 10 m entre fileiras de árvores e 4 m entre plantas, e espécie forrageira o capim-braquiária.

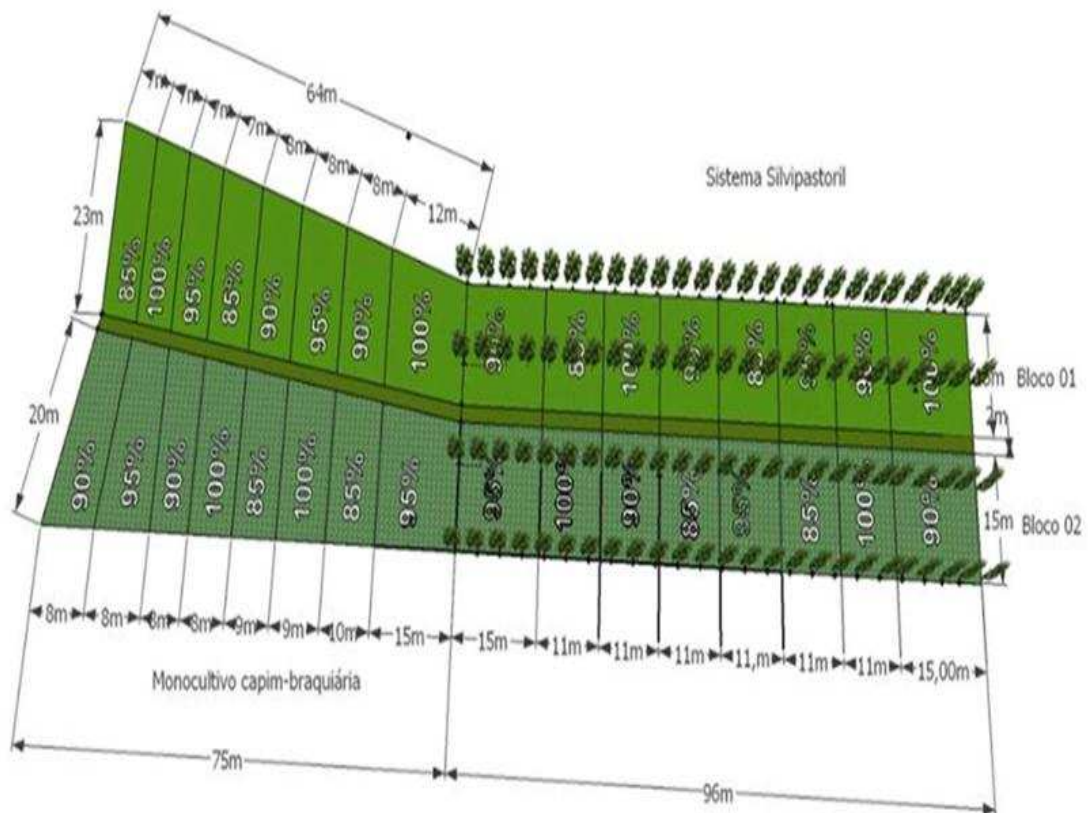


Figura 6 - Croqui da área experimental.

#### 4.1. Manejo do pastejo

O capim-braquiária foi manejado utilizando-se como variável controle a interceptação luminosa, ou seja, quando os pastos atingiram os níveis de interceptação luminosa (85, 90, 95 e 100%), foram rebaixados para altura de resíduo de 50% da altura de entrada ou pré-pastejo (Fonseca et al., 2012), através da simulação do método de pastejo intermitente “*mob grazing*”, onde os animais permaneceram por um curto período de tempo até que fosse atingida a altura de resíduo ou pós-pastejo (Figura 7). Para isso, foram utilizados animais machos mestiços pertencentes ao setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa com peso vivo médio de 450 kg. Os animais permaneceram sob restrição de sólidos por 12 horas antes de serem conduzidos para área experimental.

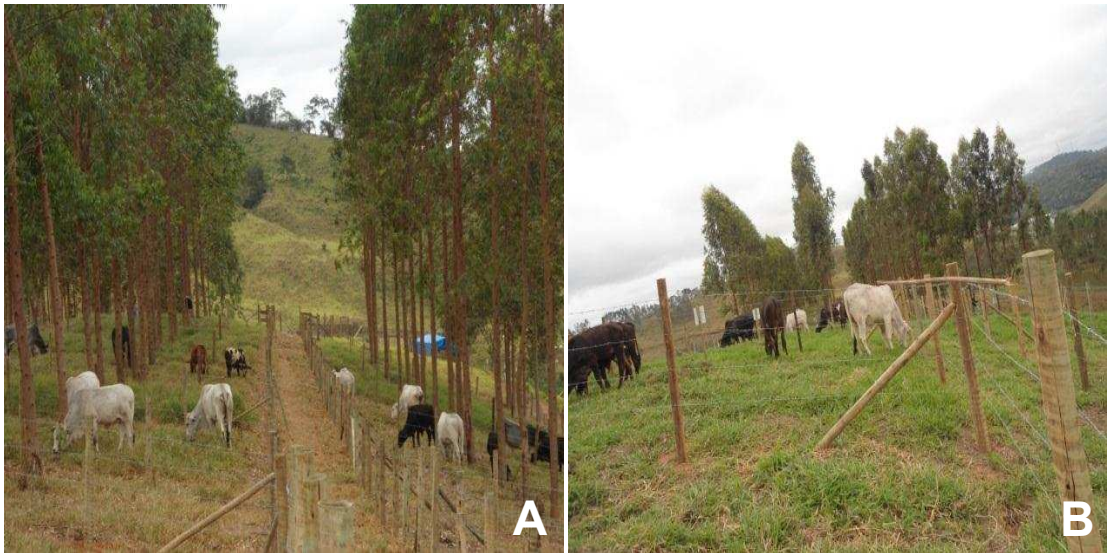


Figura 7 – Animais pastejando em simulação do método de pastejo intermitente “mob grazing” no sistema silvipastoril (A) e monocultivo (B).

#### 4.2. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos resultaram das combinações entre quatro frequências de pastejos com base na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (85, 90, 95 e 100%) e dois sistemas de produção (monocultivo e silvipastoril), constituindo um arranjo fatorial 4x2. Os intervalos de pastejos corresponderam ao período de tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse 85, 90, 95 ou 100% de interceptação de luz incidente (IL). Foi utilizado delineamento experimental em blocos completos ao acaso, com dois blocos e duas repetições por bloco, totalizando 32 unidades experimentais.

### 5. AVALIAÇÕES

No início das avaliações as árvores estavam com 45 meses de plantio e altura média em torno 20 m. As árvores nesse momento, possibilitaram um sombreamento de 43,3% no bloco 1 e 36,8% no bloco 2. As estimativas do sombreamento foram realizadas utilizando um analisador de dossel da marca LI-COR modelo LAI 2000 (LI-COR, 1992), sendo tomadas 27 leituras abaixo do dossel das árvores por bloco, sendo subdividas em 9 leituras na linha de plantio, 9 leituras na parte central da entrelinha e 9 leituras em posição intermediária entre a linha e a entre linha de plantio das árvores. Para cada 9 leituras abaixo das árvores, foram realizadas duas leituras fora do sistema silvipastoril (pleno sol).

### 5.1. Número de ciclos e intervalos de pastejos

O número de ciclos correspondeu ao número de vezes em que os pastos foram submetidos ao pastejo. O intervalo de pastejos, em dias, foi determinado pelo tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse as metas de 85, 90, 95 e 100% de IL nos dois sistemas de produção, por meio do monitoramento frequente da interceptação luminosa.

### 5.2. Altura do dossel forrageiro

A altura dos pastos foi monitorada concomitante com a interceptação de luz pelo dossel forrageiro. Foram realizadas 21 leituras por unidade experimental utilizando-se um tubo de PVC graduado em centímetros (Figura 8). A altura de cada ponto correspondeu à altura média do dossel em torno da régua. Foram tomadas leituras de altura na condição de pré-pastejo, quando os pastos atingiam os níveis de 85, 90, 95 e 100% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, e na condição de pós-pastejo, imediatamente após a saída dos animais dos piquetes. No sistema silvipastoril as leituras da altura foram divididas em três estratos com sete leituras por estrato, conforme a distância das árvores: até dois metros, entre dois e quatro metros e na parte central da entrelinha das árvores.



Figura 8 – Tubo de PVC graduado em cm (A), utilizado para monitorar a altura do pasto (B).

### **5.3. Interceptação luminosa e índice de área da folhagem**

O monitoramento da interceptação luminosa (IL) e índice de área da folhagem (IAF) foram realizados constantemente, desde a condição pós-pastejo até que fossem atingidas as metas de pré-pastejo com base na interceptação de 85, 90, 95 e 100% da luz incidente. Para o monitoramento da interceptação luminosa e o índice de área da folhagem foi utilizado o aparelho analisador do dossel (Figura 9) marca LI-COR modelo LAI 2000 (LI-COR,1992). Esse aparelho é constituído por uma unidade de controle e um sensor em formato de barra articulada (Figura 9B). O sensor é composto por um conjunto de lentes tipo olho de peixe que mede a radiação difusa simultaneamente em cinco bandas distintas sobre o ponto zenital. A imagem hemisférica é projetada para anéis, permitindo que cada um deles meça a radiação em cada banda chamada ângulo zênite. Um filtro ótico restringe a radiação transmitida abaixo de 490 nm, minimizando a contribuição de luz que tenha sido dispersa pela folhagem. A unidade de controle recebe e registra os dados do sensor e executa os cálculos necessários para determinação da interceptação luminosa e índice de área da folhagem. As medições são realizadas a partir de uma leitura de referência sobre o dossel forrageiro e uma ou mais leituras feitas abaixo do dossel (no nível do solo). As leituras abaixo do dossel são divididas pela leitura acima do dossel para obter a estimativa da luz incidente nos cinco ângulos zenitais. A recomendação é de que essas leituras sejam realizadas sob radiação difusa (céu encoberto, início da manhã ou final da tarde), pois assim evita-se uma superestimativa recorrente da elevada radiação transmitida pelas folhas quando a luz incide diretamente (Welles & Norman, 1991, Welles, 1990 e LI-COR, 1992).

As medições foram realizadas desde a condição de pós-pastejo até que fossem atingidas as metas de manejo do pastejo (85, 90, 95 e 100% de IL). Foi realizada uma medição com o sensor nivelado acima do dossel forrageiro e duas medições tomadas no nível do solo, sendo está sequência realizada em cada estação de avaliação. Foram utilizadas 9 estações por unidade experimental, totalizando 9 leituras acima do dossel forrageiro e 18 ao nível do solo. No sistema silvipastoril as estações foram divididas em três estratos com três estações por estrato, conforme a distância das árvores: até dois metros, entre dois e quatro metros e na parte central da entrelinha das árvores.



Figura 9 - Aparelho analisador de dossel da marca licor (A) utilizado para o monitoramento da interceptação luminosa pelo dossel forrageiro (B).

#### 5.4. Massa, componentes morfológicos e relação lâmina foliar:colmo da forragem

A massa de forragem foi mensurada na condição de pré e pós-pastejo com o auxílio de duas molduras metálicas de 0,25 m<sup>2</sup> cada por unidade experimental (Figura 10). As molduras foram posicionadas em pontos representativos da altura média do dossel em cada tratamento e a forragem contida no interior da moldura foi cortada no nível do solo com o auxílio de tesouras de poda. No sistema silvipastoril, optou-se por estratificar a área útil em duas partes: próximo da linha de plantio do eucalipto e na parte central da entrelinha de plantio, de tal forma que as amostragens foram sempre realizadas com uma amostragem próximo da linha e uma na parte central da entrelinha. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e levadas ao laboratório, onde foram pesadas e subdivididas em duas alíquotas (Figura 10B). Para a avaliação da massa de forragem uma das alíquotas foi pesada, acondicionada em saco de papel kraft e colocada em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas até peso constante, onde foi novamente pesada para cálculo da concentração de amostra seca ao ar (%ASA). Os valores de massa de forragem foram convertidos para kg ha<sup>-1</sup> MS.



Figura 10 – Amostragem (A) e acondicionamento da massa de forragem (B) do capim-braquiária.

Para a avaliação dos componentes morfológicos da forragem a outra alíquota da massa de forragem nas condições de pré e pós-pastejo foi separada manualmente com auxílio de tesouras nas frações lâmina foliar, pseudocolmo (bainha + colmo) e forragem senescente (Figura 11). Posteriormente, cada componente foi acondicionado em saco de papel kraft, pesado e colocados em estufa para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 55 °C por 72 horas, onde foram pesadas novamente para o cálculo da concentração de amostra seca ao ar (%ASA). Os valores dos componentes morfológicos e a relação lâmina foliar:colmo foram expressos como proporção (%) da massa de forragem por unidade de área.



Figura 11 – Componentes morfológicos de amostras do pasto do capim-braquiária.

### 5.5. Acúmulo e remoção da forragem

O acúmulo de forragem ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) foi calculado a partir da diferença entre a massa de forragem no pós-pastejo do ciclo anterior e a massa pré-pastejo do ciclo atual. Já a remoção de forragem foi estimada pelo percentual de forragem removida da massa pré-pastejo, com base na massa pós-pastejo do mesmo ciclo de pastejo.

### 5.6. Densidade populacional de perfilhos e peso de perfilho

Os dados referentes à densidade populacional de perfilhos (DPP) foram obtidos por meio do corte e contagem do número de perfilhos. Foram utilizadas duas molduras metálicas de  $0,0625 \text{ m}^2$  (Figura 12). A escolha dos pontos de amostragem foi realizada de forma a representar a altura média do pasto no momento da avaliação. Os perfilhos existentes no interior da moldura foram cortados ao nível do solo e armazenados em sacos plásticos devidamente identificados. As amostras foram levadas ao laboratório, para contagem e pesagem dos perfilhos. A DPP foi realizada apenas na condição de pré-pastejo.



Figura 12 – Moldura metálica delimitando área para colheita de perfilhos do capim-braquiária.

### **5.7. Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise estatística, segundo o procedimento PROC MIXED do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2002). Todos os conjuntos de dados foram testados, antes da análise geral global, com a finalidade de assegurar que as quatro premissas para análise de variância (aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos dados e homogeneidade de variâncias) estavam sendo atendidas. Dessa forma, foi possível detectar efeitos das causas de variação principais (interceptação de luz e sistema), bem como a interação entre elas. Para fins de análise, os efeitos de interceptação de luz e sistema e suas interações foram considerados fixos e o efeito de bloco foi considerado aleatório. A comparação de médias foi realizada por meio do “LSMEANS”, adotando-se o teste de Tukey e nível de significância de 5% conforme o valor P.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Eliminação de tratamento

O tratamento de 85% de interceptação de luz em monocultivo e sistema silvipastoril foram avaliados durante três ciclos de pastejo. Este tratamento apresentou altura média pré-pastejo de 12 cm e pós-pastejo de 6 cm em monocultivo, enquanto que no sistema silvipastoril a altura pré-pastejo foi de 20 cm e pós-pastejo de 9 cm. A meta de manejo do pastejo com 85% de IL era rapidamente atingida, apresentando curto intervalo de pastejos. Essa alta frequência de pastejos, associada às amostragens destrutivas realizadas ao nível do solo nas condições de pré e pós-pastejo, resultou em degradação do pasto. Em face do comprometimento da sustentabilidade com esse manejo, optou-se pela exclusão desse tratamento de 85% de IL, em monocultivo e sistema silvipastoril.

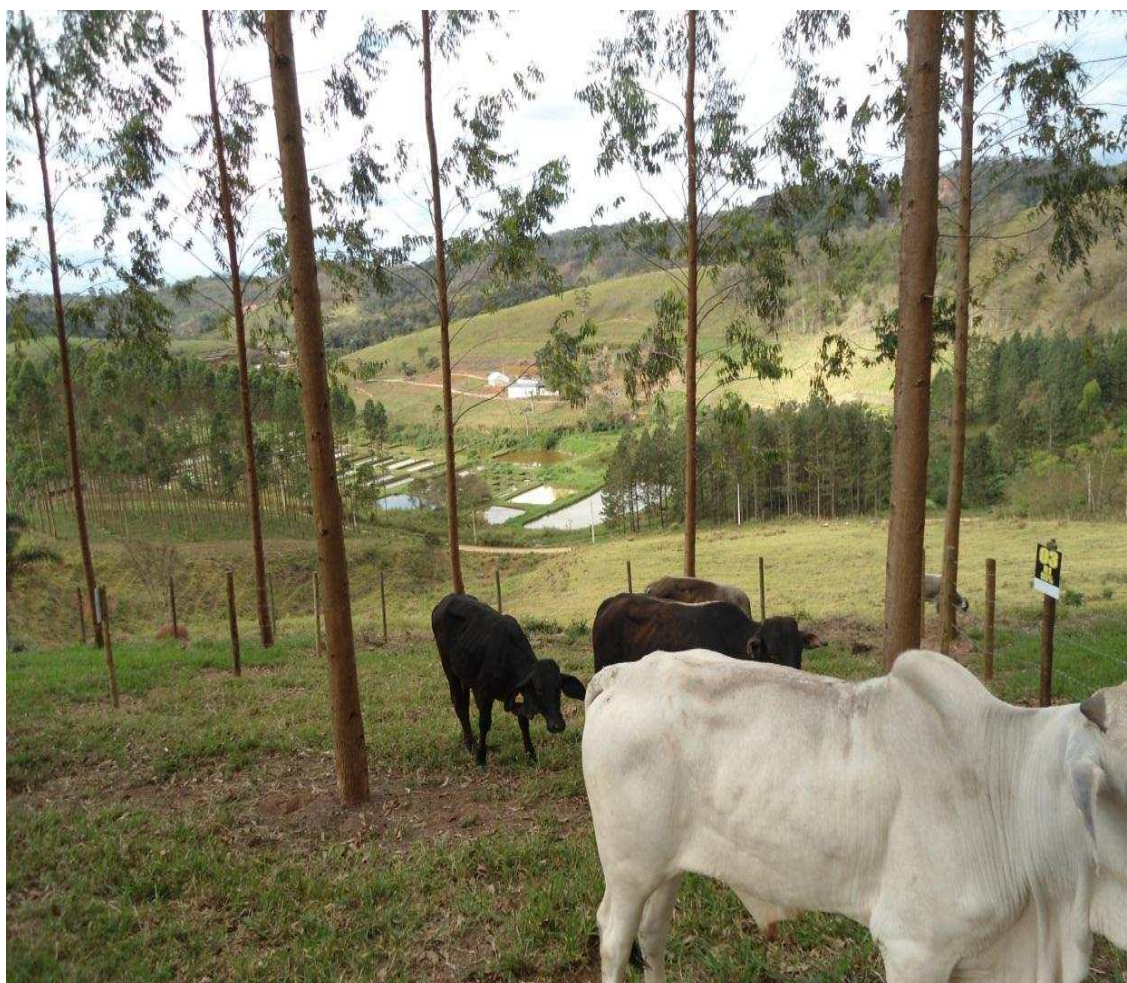


Figura 13 – Capim-braquiária manejado com 85% de IL em sistema silvipastoril.

## 6.2. Número de ciclos e intervalos de pastejos

O número médio de ciclos de pastejo e intervalo de ciclos de pastejo estão apresentados na Tabela 5 de forma descritiva.

Tabela 5 - Número total de ciclos de pastejo e intervalo de pastejos (dias) do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL, %)	Sistema		Média
	Monocultivo	Silvipastoril	
Número de ciclos de pastejos			
90	8,50	6,25	7,38
95	7,35	5,00	6,18
100	5,29	3,95	4,62
Média	7,05	5,07	
Intervalo de pastejos (dias)			
90	20,0	27,2	23,6
95	23,1	34,0	28,6
100	32,1	43,0	37,6
Média	25,1	34,7	

O número de ciclos de pastejos variou de 3,95 (100% de IL no sistema silvipastoril) até 8,5 (90% de IL no monocultivo). O intervalo de ciclos de pastejo variou de 20 dias (90% de IL no monocultivo) até 43 dias (100% de IL no sistema silvipastoril). Em geral, a frequência de pastejos em sistema silvipastoril foi menor em relação ao monocultivo. Houve maiores intervalos de pastejos e conseqüentemente menor número de ciclos no sistema silvipastoril. Esse padrão de resposta no sistema silvipastoril também foi observado à medida que se aumentou os níveis de interceptação de luz em ambos os sistemas de produção.

### 6.3. Altura, índice de área da folhagem e interceptação de luz

Na tabela 6 são apresentados os valores P para as metas de interceptação de luz (IL), sistemas e das interações entre fatores (IL\*Sistema) das variáveis altura e índice de área da folhagem.

Tabela 6 - Valores P das metas de interceptação de luz (IL), sistemas e da interação entre fatores (IL\*Sistema) das variáveis altura (cm) e índice de área da folhagem (IAF) do capim-braquiária em monocultivo e sistema silvipastoril

Variáveis	Valor P		
	IL	Sistema	IL*Sistema
Altura pré-pastejo	<0,0001	<0,0001	<0,0001
IAF pré-pastejo	<0,0001	0,0048	0,0003
IAF pós-pastejo	<0,0001	0,4494	0,1285

As alturas médias do pasto em pré-pastejo para os tratamentos avaliados, estão apresentados na Tabela 7. Houve efeito de interação entre as metas de interceptação de luz x sistemas ( $P < 0,0001$ ).

Tabela 7 – Altura média (cm) do pasto em pré-pastejo do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Valor P IL*Sistema
	Monocultivo	Silvipastoril		
Altura em pré pastejo (cm)				
90	17,8 bB (0,62)	30,4 aC (0,62)	24,1 (0,44)	<0,0001
95	19,7 bB (0,62)	39,7 aB (0,62)	29,7 (0,44)	
100	42,3 bA (0,62)	48,8 aA (0,62)	45,6 (0,44)	
Média	26,6 b (0,36)	39,6 a (0,36)		

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O tratamento de 100% de IL em sistema silvipastoril apresentou maior altura que os 95% e menor altura foi observado na meta de 90% de IL. Já em monocultivo, a meta de 100% de IL resultou em maiores alturas que as metas de 95% e 90% de IL. O sistema silvipastoril apresentou maior altura do pasto em pré-pastejo que o monocultivo em todas metas de manejo do pastejo com base na interceptação luminosa.

As alturas em pré-pastejo apresentaram forte associação com as metas de interceptação de luz em sistema silvipastoril e monocultivo (Figura 14). Em sistema silvipastoril houve um comportamento quadrático, já em monocultivo ajustou-se a equação elevada à terceira potência. Em ambos sistemas, as equações predizem com bastante confiabilidade o comportamento da forrageira. Porém, foi observado que para uma mesma meta, o sistema silvipastoril apresentou altura maior em pré-pastejo em relação ao monocultivo.

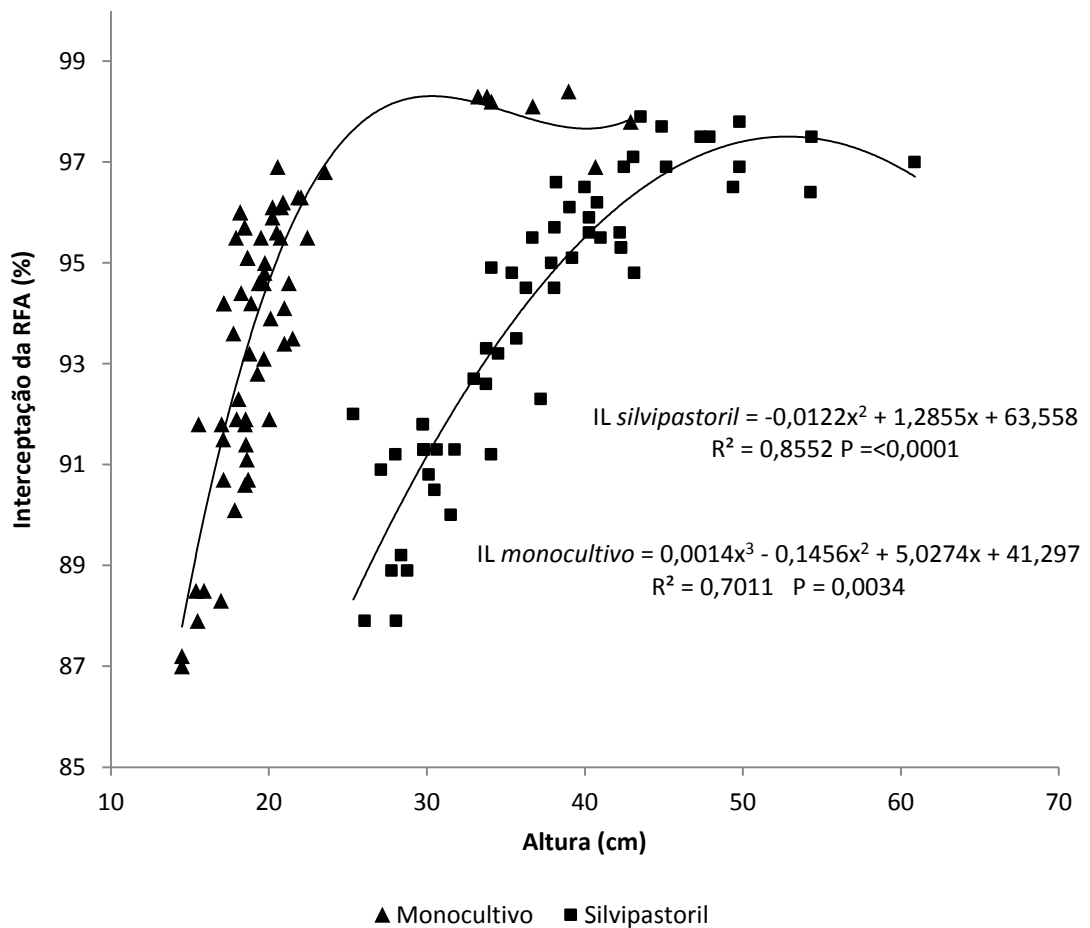


Figura 14 - Altura (cm) em função da interceptação de luz do capim-braquiária em pré-pastejo em sistema silvipastoril e monocultivo.

As alturas médias pós-pastejo para os tratamentos de 90%, 95% e 100% de IL no sistema silvipastoril e monocultivo estão apresentadas nas Figuras 15 e 16. As alturas observadas em pós-pastejos ficaram próximas às alturas pretendidas (50% da altura de pré-pastejo) em sistema silvipastoril e monocultivo.

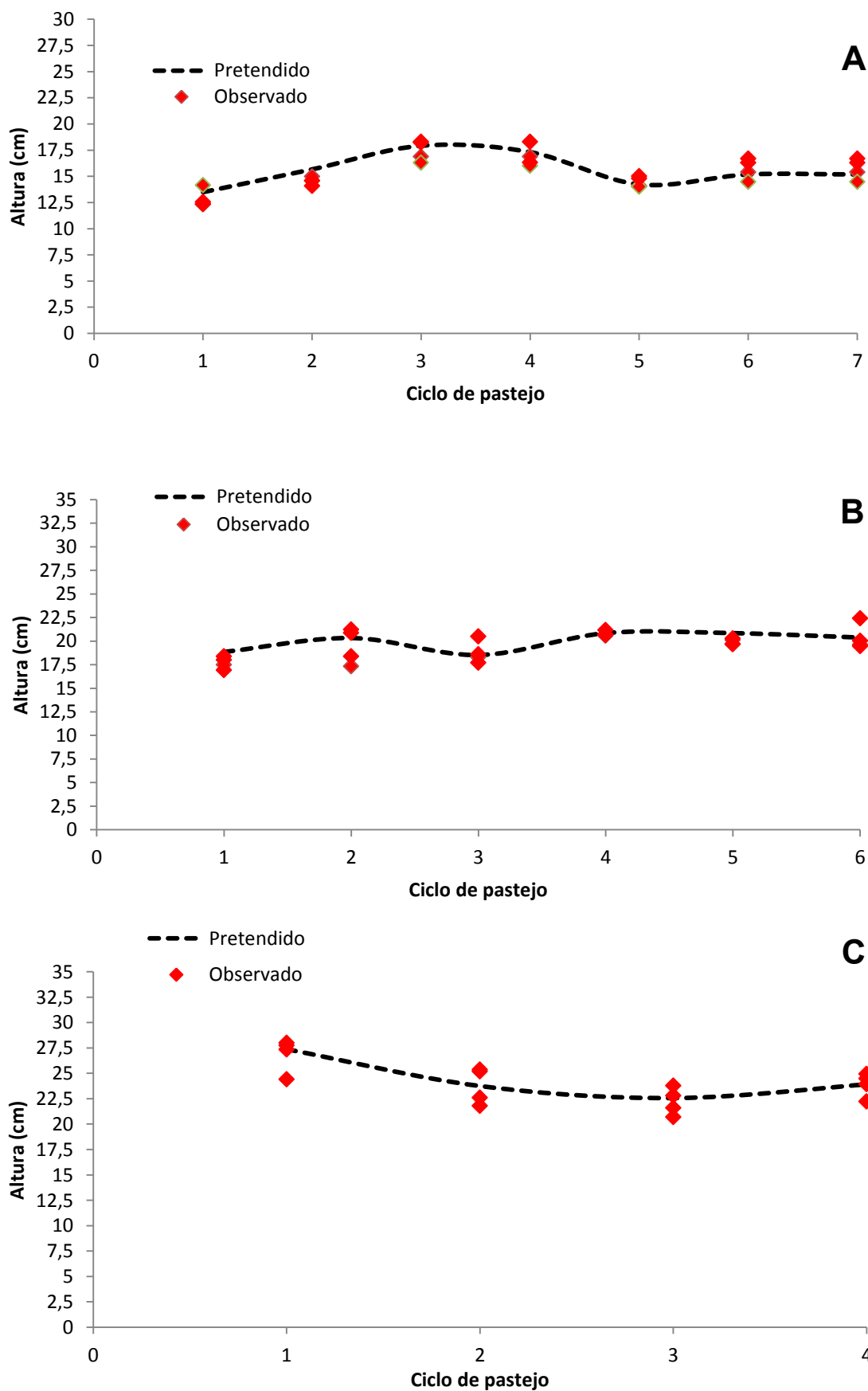


Figura 15 – Altura (cm) do pasto de capim-braquiária observada e pretendida na condição de pós-pastejo para as metas de manejo 90% (A), 95% (B) e 100% (C) de IL durante o período de outubro de 2013 a março de 2014 no sistema silvipastoril.

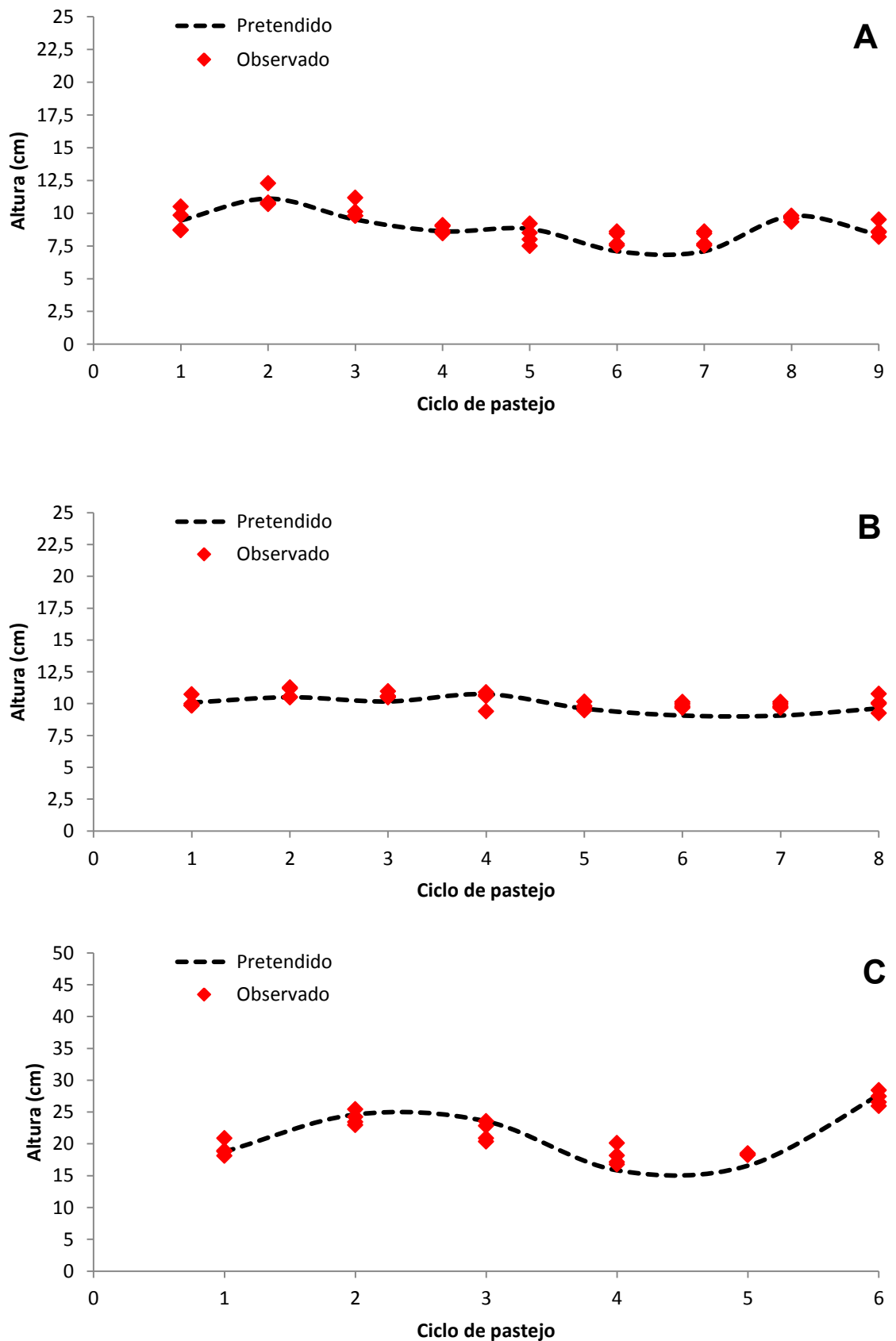


Figura 16 - Altura (cm) do dossel de capim-braquiária observada e pretendida na condição de pós-pastejo para as metas de manejo 90% (A), 95% (B) e 100% (C) de IL durante o período de outubro de 2013 a março de 2014 no monocultivo.

Os dados relativos ao índice de área da folhagem (IAF) na condição de pré e pós-pastejos estão apresentados na Tabela 8. Houve efeito de interação das metas de interceptação de luz x sistemas (P=0,0003) na condição de pré-pastejo.

Tabela 8 - Índice de área da folhagem (IAF) do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Valor P	
	Monocultivo	Silvipastoril		IL	Sistema
IAF no pré-pastejo					
90	2,92 aC (0,064)	2,89 aC (0,064)	2,90 (0,045)	0,0003	
95	3,65 aB (0,064)	3,75 aB (0,064)	3,70 (0,045)		
100	4,79 aA (0,064)	4,17 bA (0,064)	4,48 (0,045)		
Média	3,88 a (0,037)	3,60 b (0,037)			
IAF no pós-pastejo					
90	1,66 (0,045)	1,84 (0,045)	1,75 C (0,032)	<0,0001	
95	1,99 (0,045)	2,08 (0,045)	2,03 B (0,032)		
100	2,57 (0,045)	2,38 (0,045)	2,47 A (0,032)		
Média	2,07 (0,028)	2,09 (0,028)			

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;  
Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);  
Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O tratamento de 100% de IL apresentou maior valor de IAF em pré-pastejo, seguido de 95% de IL e menor valor foi verificado no tratamento de 90% de IL em sistema silvipastoril e monocultivo. Entre os sistemas, nas metas

de 90 e 95% de IL não diferiram. Porém, com 100% de IL em monocultivo apresentou maior valor em relação ao sistema silvipastoril.

Na condição de pós-pastejo houve efeito das metas de interceptação de luz ( $P < 0,0001$ ) no índice de área de folhagem (Tabela 8). Porém, não houve interação das metas de interceptação de luz x sistemas. O tratamento de 100% de IL apresentou maior valor de IAF, seguido de 95% de IL, e apresentando menor valor a meta de 90% de IL.

As médias de interceptação de luz (IL) observadas na condição de pré-pastejo durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 9 de forma descritiva.

Tabela 9 - Interceptação de luz observada em pré-pastejo dos pastos de capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Erro padrão da média
	Monocultivo	Silvipastoril		
Interceptação de luz observada (%)				
90	91,04	90,82	90,93	
95	95,14	95,56	95,35	0,25
100	97,85	97,65	97,75	
Média	94,68	94,68		

#### 6.4. Massa, remoção, composição morfológica e relação lâmina foliar:colmo da forragem

Na tabela 10 estão apresentados os valores P para as metas de interceptação de luz (IL), sistemas e da interação entre os fatores (IL\*Sistema) para as variáveis massa, remoção, composição morfológica e relação lâmina foliar:colmo da forragem.

Tabela 10 - Valores P para as metas de interceptação de luz (IL) e sistemas e da interação entre os fatores (IL\*Sistema) para as variáveis massa, remoção, composição morfológica e relação lâmina foliar:colmo do capim-braquiária em sistema silvipastoril e monocultivo

Variáveis	Valor P		
	IL	Sistema	IL*Sistema
MF pré	<0,0001	<0,0001	0,0016
MF pós	<0,0001	<0,0001	0,0161
%Rem	<0,0001	0,0189	0,1588
%LF pré	<0,0001	0,0239	0,0225
%C pré	<0,0001	0,0001	0,0198
MFS pré	0,0012	0,014	0,2542
LF:C pré	<0,0001	0,0003	0,0085
%LF pós	0,03267	0,8084	0,0846
%C pós	<0,0001	0,0005	0,1725

MF pré= massa de forragem média no pré pastejo ( $\text{kg ha}^{-1}$  MS); MF pós= massa de forragem média no pós-pastejo ( $\text{kg ha}^{-1}$  MS); % Rem= % de remoção de forragem; %LF pré= % de lâmina foliar em pré-pastejo; %C pré= % de colmo em pré-pastejo; MFS pré= massa de forragem senescente em pré-pastejo ( $\text{kg ha}^{-1}$  MS); LF:C pré= relação lâmina foliar:colmo em pré-pastejo; %LF pós= % de lâmina foliar em pós-pastejo; %C pós= % de colmo em pós-pastejo.

Houve interação das metas de interceptação de luz x sistemas (P=0,0016) para massa de forragem média na condição de pré-pastejo (Tabela 11).

Tabela 11 - Massa de forragem média (kg ha<sup>-1</sup> MS) em pré-pastejo do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Valor P IL*Sistema
	Monocultivo	Silvipastoril		
Massa pré-pastejo (kg ha <sup>-1</sup> MS)				
90	4.352,8 aC (204)	3.766,8 aC (204)	4.059,8 (145)	0,0016
95	5.382,6 aB (204)	5.220,8 aB (204)	5.301,6 (145)	
100	8.404,0 aA (204)	6.371,2 bA (204)	7.399,6 (145)	
Média	6.046,4 a (118)	5.119,6 b (118)		

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;  
Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);  
Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

As metas de manejo do pastejo com base na interceptação de luz foi determinante da massa de forragem em pré-pastejo em ambos sistemas de produção. O tratamento com 100% de IL apresentou maior massa de forragem, seguido de 95% de IL e 90% de IL com menor massa de forragem em sistema silvipastoril e monocultivo. Enquanto que entre os sistemas, somente a meta de 100% IL houve maior massa de forragem no monocultivo em relação sistema silvipastoril.

Para a massa de forragem na condição de pós-pastejo houve efeito de interação das metas de interceptação de luz x sistemas (P=0,0161). Os resultados estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Massa de forragem média (kg ha<sup>-1</sup> MS) em pós-pastejo do capim-braquiária submetido a metas de manejo do pastejo em sistema silvipastoril e monocultivo durante o período experimental

Interceptação de luz (IL%)	Sistema		Média	Valor P IL*Sistema
	Monocultivo	Silvipastoril		
Massa pós-pastejo (kg ha <sup>-1</sup> MS)				
90	2.785,01 aB (153,25)	2.188,76 aB (153,25)	2.486,89 (108,36)	0,0161
95	3.046,49 aB (153,25)	2.690,01 aB (153,25)	2.868,25 (108,36)	
100	5.684,78 aA (153,25)	4.317,10 bA (153,25)	5.000,94 (108,36)	
Média	3.838,76 a (88,48)	3.065,29 b (88,48)		

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;  
Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);  
Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

O tratamento de 100% de IL apresentou maior valor de massa de forragem em pós-pastejo em relação às metas de 90% e 95% de IL em ambos sistemas. Porém, as metas de 90% e 95% de IL não diferiram entre si. Entre os sistemas, o monocultivo apresentou maior valor de massa de forragem em relação ao sistema silvipastoril apenas na meta de 100% de IL, não diferindo nas metas de 90% e 95% de IL.

Houve efeito das metas de interceptação de luz (P<0,0001) e sistemas (P=0,0189) na remoção de forragem do capim-braquiária (Tabela 13).

Tabela 13 - Remoção de forragem (%) do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Valor P	
	Monocultivo	Silvipastoril		IL	Sistema
Remoção de forragem (%)					
90	36,10 (1,7)	42,12 (1,7)	39,10 B (1,2)		
95	43,17 (1,7)	48,73 (1,7)	45,95 A (1,2)	<0,0001	0,0189
100	32,68 (1,7)	32,38 (1,7)	32,53 C (1,2)		
Média	37,31 b (0,98)	41,10 a (0,98)			

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A meta de 95% de IL proporcionou maior remoção de forragem, seguido da meta de 90% de IL e menor remoção foi observado no tratamento de 100% de IL. O sistema silvipastoril possibilitou maior remoção de MS que o monocultivo (Tabela 13).

Na tabela 14 são apresentadas as proporções dos componentes morfológicos da massa de forragem na condição de pré-pastejo, onde foi verificado efeito de interação das metas de interceptação de luz x sistemas nas proporções de lâminas foliares (P=0,0225) e colmos (P=0,0198).

Tabela 14 - Proporção dos componentes morfológicos da massa de forragem em pré-pastejo do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Valor P
	Monocultivo	Silvipastoril		IL*Sistema
Proporção de lâminas foliares em pré-pastejo (%)				
90	38,77 aA (1,06)	39,62 aA (1,06)	39,19 (0,75)	0,0225
95	42,71 aA (1,06)	36,75 bA (1,06)	39,73 (0,75)	
100	33,39 aB (1,06)	31,77 aB (1,06)	32,58 (0,75)	
Média	38,29 a (0,61)	36,05 b (0,61)		
Proporção de colmo em pré-pastejo (%)				
90	40,11 bB (0,81)	44,09 aC (0,81)	42,10 (0,58)	0,0198
95	41,82 bB (0,81)	48,19 aB (0,81)	45,01 (0,58)	
100	52,08 aA (0,81)	53,04 aA (0,81)	52,56 (0,58)	
Média	44,67 b (0,47)	48,44 a (0,47)		

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os tratamentos de 90% e 95% de IL foram aqueles com maiores proporções de lâminas foliares, em relação à meta de 100% de IL, tanto em sistema silvipastoril quanto no monocultivo. Enquanto que entre os sistemas, somente com manejo de 95% IL houve maior proporção de lâminas foliares no monocultivo em relação sistema silvipastoril. A proporção do componente colmo na massa de forragem em pré-pastejo foi maior nos tratamentos de 100% de IL, nos dois sistemas de produção. Os pastos em sistema silvipastoril

apresentaram maior contribuição da fração colmo, exceto na meta de 100% de IL onde não foi observado diferenças entre sistemas de produção. Além disso, a meta de 90% de IL possibilitou massa de forragem com menor proporção de colmo em relação à meta com 95% em sistema silvipastoril.

Houve efeito das metas de interceptação de luz ( $P=0,0012$ ) e sistemas ( $P=0,014$ ) na massa de forragem senescente em pré-pastejo (Tabela 15).

Tabela 15 - Massa de forragem senescente ( $\text{kg ha}^{-1}$  MS) em pré-pastejo do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Valor P	
	Monocultivo	Silvipastoril		IL	Sistema
Massa de forragem senescente ( $\text{kg ha}^{-1}$ MS)					
90	928,87 (79,05)	633,17 (79,05)	781,02 B (55,90)		
95	835,77 (79,05)	799,24 (79,05)	817,51 B (55,90)	0,0012	0,014
100	1.250,18 (79,05)	1.025,94 (79,05)	1.138,06 A (55,90)		
Média	1.004,94 a (45,64)	819,45 b (45,64)			

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ );

Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

O tratamento de 100% de IL proporcionou maior incremento de forragem senescente em relação às metas de 90% e 95% de IL. O monocultivo apresentou maior quantidade de forragem senescente em relação ao sistema silvipastoril.

Houve interação das metas de interceptação de luz x sistemas ( $P=0,0085$ ) na relação lâmina foliar:colmo em pré-pastejo (Tabela 16).

Tabela 16 - Relação lâmina foliar:colmo em pré-pastejo do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Valor P IL*Sistema
	Monocultivo	Silvipastoril		
Relação lâmina foliar:colmo em pré-pastejo				
90	0,9980 aA (0,03454)	0,9178 aA (0,03454)	0,9579 (0,02440)	
95	1.0695,0 aA (0,03454)	0,7767 bB (0,03454)	0,9231 (0,02440)	0,0085
100	0,6660 aB (0,03454)	0,6148 aB (0,03454)	0,6404 (0,02440)	
Média	0,9112 a (0,02)	0,7698 b (0,02)		

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;  
Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);  
Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O tratamento de 100% de IL apresentou menor relação lâmina foliar:colmo em relação aos 90% de IL e 95% de IL em monocultivo. Em sistema silvipastoril, a meta de 90% de IL apresentou maior relação lâmina foliar:colmo em relação às metas de 95% de IL e 100% de IL. O monocultivo proporcionou maior relação lâmina foliar:colmo que o sistema silvipastoril na meta de 95% de IL, não diferindo nas metas de 90% e 100% de IL.

Para a composição morfológica na condição de pós-pastejo, não houve efeito dos tratamentos na proporção de lâmina foliar (Tabela 17). Enquanto, o componente colmo, na condição de pós-pastejo, foi influenciado pela interceptação de luz (P<0,0001) e sistema (P= 0,0005).

Tabela 17 - Proporção dos componentes morfológicos da massa de forragem em pós-pastejo do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	P valor	
	Monocultivo	Silvipastoril		IL	Sistema
Proporção de lâmina foliar em pós-pastejo (%) <sup>ns</sup>					
90	18,61 (0,68)	19,73 (0,68)	19,17 (0,48)		
95	17,31 (0,68)	18,96 (0,68)	18,14 (0,48)	ns	ns
100	20,06 (0,68)	17,7 (0,68)	18,88 (0,48)		
Média	18,66 (0,39)	18,80 (0,39)			
Proporção de colmo em pós-pastejo (%)					
90	42,67 (0,86)	47,97 (0,86)	45,32 C (0,61)		
95	47,91 (0,86)	50,06 (0,86)	48,98 B (0,61)	<0,0001	0,0005
100	53,54 (0,86)	56,03 (0,86)	54,78 A (0,61)		
Média	48,04 b (0,50)	51,35 a (0,50)			

Ns= não significativo;

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O tratamento de 100% de IL apresentou maior proporção de colmo, seguido dos 95% e 90% de IL com menores valores. Entre os sistemas, o silvipastoril apresentou maior contribuição de colmo em relação ao monocultivo.

### 6.5. Acúmulo de massa seca, lâminas foliares e colmo da forragem

Na tabela 18 são apresentados os valores P para as metas de interceptação de luz (IL) e sistemas e da interação entre os fatores (IL\*Sistema) para as variáveis acúmulo de massa seca total, acúmulo de massa seca de lâminas foliares e colmo por ciclo de pastejo e acúmulo de matéria seca total de lâminas foliares.

Tabela 18 - Valores P para as metas de interceptação de luz (IL) e sistemas e da interação entre os fatores (IL\*Sistema) para as variáveis, acúmulo de massa seca total, acúmulo de massa seca de lâminas foliares e colmo por ciclo de pastejo, acúmulo de massa seca total de lâminas foliares do capim braquiária em sistema silvipastoril e monocultivo

Variáveis	Valor P		
	IL	Sistema	IL*Sistema
AMST	0,0575	<0,0001	0,7092
AMSLFP	<0,0001	<0,0001	0,0003
AMSCP	0,0002	0,8229	0,0058
AMSTLF	<0,0001	<0,0001	<0,0001

AMST= acúmulo de massa seca total; AMSLFP= acúmulo de massa seca de lâminas foliares por ciclo de pastejo; AMSCP= acúmulo de massa seca de colmo por ciclo de pastejo; AMSTLF= acúmulo de massa seca total de lâminas foliares.

Houve efeito das metas de interceptação de luz (P=0,0575) e sistema (P<0,0001) no acúmulo de massa seca (MS) total durante o período experimental (Tabela 19).

Tabela 19 - Acúmulo de massa seca total (kg ha<sup>-1</sup> MS) do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Valor P	
	Monocultivo	Silvipastoril		IL	Sistema
Acúmulo de MS total (kg ha <sup>-1</sup> MS)					
90	15.739,0 (796,8)	10.320,4 (796,8)	13.029,6 AB (563,4)	0,0575	<0,0001
95	16.698,8 (796,8)	12.482,6 (796,8)	14.590,6 A (563,4)		
100	15.188,6 (796,8)	9.858,2 (796,8)	12.523,4 B (563,4)		
Média	15.875,4 a (460)	10.887,0 b (460)			

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;  
Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);  
Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O acúmulo de MS total foi maior no tratamento de 95% de IL, não diferindo estatisticamente dos 90% de IL. O tratamento de 100% de IL apresentou menor acúmulo de MS, não diferindo dos 90% de IL. Entre os sistemas, o monocultivo apresentou maior acúmulo de MS total.

Houve interação das metas de interceptação de luz x sistemas para o acúmulo de lâminas foliares (P=0,0003) e colmo (P=0,0058) por pastejo (Tabela 20).

Tabela 20 - Acúmulo de massa seca (MS) de lâminas foliares e colmo por pastejo ( $\text{kg ha}^{-1}$  MS) do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Valor P IL*Sistema
	Monocultivo	Silvipastoril		
Acúmulo de MS de lâminas foliares por pastejo ( $\text{kg ha}^{-1}$ MS)				
90	1.092,5 aB (32,6)	995,4 aB (32,6)	1.044,0 (23,05)	0,0003
95	1.625,4 aA (32,6)	1.218,8 bA (32,6)	1.422,1 (23,05)	
100	1.586,6 aA (32,6)	1.143,0 bAB (32,6)	1.365,3 (23,05)	
Média	1.434,8 a (18,8)	1.119,4 b (18,8)		
Acúmulo de MS de colmo por pastejo ( $\text{kg ha}^{-1}$ MS)				
90	501,1 aB (84,1)	548,9 aB (84,1)	525,1 (59,4)	0,0058
95	712,5 aB (84,1)	1.044,9 aA (84,1)	878,8 (59,4)	
100	1.212,3 aA (84,1)	979,2 aA (84,1)	1.095,7 (59,4)	
Média	808,6 a (48,6)	857,7 a (48,6)		

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;  
Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );  
Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Para o acúmulo de MS de lâminas foliares por ciclo de pastejo os tratamentos de 95% e 100% de IL apresentaram maiores valores que o de 90% de IL em sistema silvipastoril. Entretanto, a meta de 90% de IL não diferiu do tratamento de 100% de IL nesse sistema. Em monocultivo, os tratamentos de 95% e 100% de IL apresentaram maiores acúmulos de lâminas foliares que a meta de 90% de IL. Com exceção a meta de 90% de IL, que não diferiu entre os sistemas.

O acúmulo de MS de colmo por pastejo foi maior nos tratamentos de 95% e 100% de IL e menor na meta de 90% de IL em sistema silvipastoril. No monocultivo, o tratamento de 100% de IL apresentou maior acúmulo de colmo que as metas de 90% e 95%. O acúmulo de colmo por pastejo em ambos sistemas foi menor na meta de 90% de IL e maior na meta de 100% de IL. Não houve diferença no acúmulo de colmo entre os sistemas.

Houve interação entre as metas de interceptação de luz x sistemas para o acúmulo de MS total de lâminas foliares ( $P < 0,0001$ ) na condição de pré-pastejo (Tabela 21).

Tabela 21 - Acúmulo de massa seca (MS) total de lâminas foliares ( $\text{kg ha}^{-1}$  MS) em pré-pastejo do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL, %)	Sistema		Média	Valor P IL*Sistema
	Monocultivo	Silvipastoril		
Acúmulo de MS total de lâminas foliares ( $\text{kg ha}^{-1}$ MS)				
90	9.286,4 aB (184,2)	6.221,2 bA (184,2)	7.753,8 (130,2)	$< 0,0001$
95	11.951,6 aA (184,2)	6.094,2 bA (184,2)	9.022,8 (130,2)	
100	8.399,8 aC (184,2)	4.520,6 bB (184,2)	6.460,2 (130,2)	
Média	9.879,2 a (106,3)	5.612,0 b (106,3)		

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;  
Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );  
Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

O acúmulo de MS total de lâminas foliares em sistema silvipastoril foi maior nas metas de 90% e 95% de IL, e menor no tratamento de 100% de IL. O tratamento de 95% de IL em monocultivo apresentou maior acúmulo de MS total de lâminas foliares, seguido os 90% de IL e menores valores para o 100% de IL. O monocultivo apresentou maior acúmulo de lâminas foliares que o sistema silvipastoril nas metas avaliadas.

## 6.6. Densidade populacional de perfilhos e peso de perfilho

Na Tabela 22 são apresentados os valores P para as metas de interceptação de luz (IL), sistemas e da interação entre os fatores (IL\*Sistema) para as variáveis densidades populacional de perfilhos e peso por perfilho.

Tabela 22 - Valores P para as metas de interceptação de luz (IL) e sistemas e da interação entre os fatores (IL\*Sistema) para as variáveis densidade populacional de perfilhos e peso por perfilho do capim-braquiária em sistema silvipastoril e monocultivo

Variáveis	Valores P		
	IL	Sistema	IL*Sistema
DPP	0,0042	<0,0001	0,0146
PP	<0,0001	0,0024	0,0017

DPP= densidade populacional de perfilhos; PP= peso por perfilho.

Houve interação das metas de interceptação de luz x sistemas (P=0,0146) na densidade populacional de perfilhos (Tabela 23). Em monocultivo, as metas de 90 e 95% de IL possibilitaram maior DPP em relação a meta de 100% de IL. Contudo, as metas de manejo não influenciaram a DPP no sistema silvipastoril. O monocultivo proporcionou maior DPP que o sistema silvipastoril.

Tabela 23 - Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m<sup>2</sup>) e peso de perfilho (mg perfilho<sup>-1</sup>) do capim-braquiária manejado em função da interceptação luminosa (IL) em sistema silvipastoril e monocultivo no período de outubro de 2013 a março de 2014

Meta de manejo (IL,%)	Sistema		Média	Valor P IL*Sistema
	Monocultivo	Silvipastoril		
Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m <sup>2</sup> )				
90	3.548,9 aA (116,90)	2.211,8 bA (116,90)	2.880,3 (82,66)	0,0146
95	3.495,8 aA (116,90)	2.328,0 bA (116,90)	2.911,9 (82,66)	
100	2.748,0 aB (116,90)	2.189,5 bA (116,90)	2.468,7 (82,66)	
Média	3.264,2 a (67,49)	2.243,1 b (67,49)		
Peso de perfilho (mg perfilho <sup>-1</sup> )				
90	809,50 bB (68,08)	1.105,30 aB (68,08)	957,40 (48,14)	0,0017
95	965,10 bB (68,08)	1.453,60 aA (68,08)	1.209,30 (48,14)	
100	1.692,40 aA (68,08)	1.546,40 aA (68,08)	1.619,40 (48,14)	
Média	1.155,70 b (39,31)	1.368,50 a (39,31)		

Número entre parênteses correspondem ao erro padrão da média;

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

Médias na mesma coluna seguida de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Foi observado interação das metas de interceptação de luz x sistemas (P=0,0017) no peso de perfilho (Tabela 23). Os tratamentos de 95% e 100% de IL em sistema silvipastoril apresentaram perfilhos mais pesados em relação aos perfilhos na meta de 90% de IL. Já no monocultivo, a meta de 100% de IL apresentou perfilhos mais pesados que as metas de 90% e 95% de IL. Os perfilhos em sistema silvipastoril são mais pesados que em monocultivo.

## **7. DISCUSSÃO**

### **7.1. Número de ciclos e intervalo de pastejos**

O número de ciclos do capim-braquiária variou em cada meta de manejo do pastejo em sistema silvipastoril e monocultivo (Tabela 5). O monocultivo apresentou maior número de ciclos que o sistema silvipastoril nas metas estudadas. O maior número de ciclos de pastejo em monocultivo foi resultado do menor intervalo entre pastejos obtido na condição em pleno sol (Tabela 5), consequência da maior captação de radiação solar e maior capacidade de retomada do crescimento das plantas (Rodrigues & Rodrigues, 1987). Além disso, em condição de baixa disponibilidade de luz há redução do perfilhamento da forrageira, o que limitaria a capacidade do pasto interceptar radiação.

### **7.2. Altura e índice de área da folhagem**

A altura do pasto em pré-pastejo foi influenciada pelas metas de interceptação de luz e pelos sistemas de produção (Tabela 6). A altura do pasto foi maior no sistema silvipastoril em todos os níveis de interceptação de luz (Tabela 7). Resultados semelhantes foram observados por Machado, (2012). A maior altura do relvado observada em sistema silvipastoril está associada à baixa densidade de perfilhos (Tabela 23), que consequentemente resultou em baixa capacidade de interceptar radiação pelo dossel forrageiro. Diante disto, para que o dossel consiga interceptar os níveis de radiação em ambientes sombreados é necessário que ocorra incrementos nas taxas de alongamento de lâminas foliares e colmo, como foi observado por Machado, (2012). O alongamento de colmos é resultado de um ambiente competitivo por luz, onde as plantas procuram posicionar as folhas na parte superior do pasto, proporcionando maiores alturas e maior probabilidade de interceptar radiação solar, como foi observado neste trabalho. Adicionalmente, o período de rebrotação (intervalo de pastejo) também foi maior em sistema silvipastoril, o que contribuiu para a maior altura do dossel nesse sistema.

Em monocultivo a altura do pasto foi semelhante à encontrada por Braga et al. (2009) para a *Brachiaria decumbens* sob lotação intermitente, onde observaram que o dossel do pasto intercepta 95% da radiação fotossinteticamente ativa quando atingia 19 cm de altura e que essa condição é

a mais adequada para desfolhação da forrageira. Nessa condição, o pasto possui principalmente folhas e baixa proporção de colmos e forragem senescente (Da Silva & Nascimento Júnior, 2006; Pedreira et al., 2007). Trabalhos com plantas de clima tropical têm mostrado que a condição que a planta intercepta 95% de luz incidente, apresenta alta correlação com a altura do dossel, sugerindo que essa variável pode ser um guia prático de manejo do pastejo das forrageiras em pleno sol (Da Silva & Nascimento Junior, 2007). Resultados semelhantes foram observados neste trabalho em monocultivo e em sistema silvipastoril (Figura 14). Nesse sentido, a utilização da altura do pasto baseada em metas de interceptação de luz de fato é uma estratégia viável em sistema silvipastoril, assim como observado para as pastagens em monocultivo. No entanto, a altura observada do pasto em sistema silvipastoril para interceptar 95% de IL apresentou o dobro da altura observada em monocultivo (Tabela 7), ressaltando que a recomendação de altura de manejo do pastejo em monocultivo não condiz com as alturas do pasto em sistema silvipastoril.

A altura do pasto em pós-pastejo permaneceu próxima à pretendida de 50% da altura no pré-pastejo em sistema silvipastoril e monocultivo (Figuras 15 e 16). Fonseca et al. (2012), mostraram que a partir de aproximadamente 50% de rebaixamento da altura inicial a velocidade de ingestão caiu drasticamente. Esse resultado pode ser explicado em grande parte, pela grande presença de colmos na metade inferior do pasto, os quais restringem o processo de apreensão e consumo, devido à barreira física que o mesmo impõe sobre ao pastejo.

O índice de área da folhagem (IAF) em pré e pós-pastejo variou entre as metas de interceptação de luz (Tabela 8). As respostas dos índices de área da folhagem acompanhou a elevação dos níveis de interceptação de luz em sistema silvipastoril e monocultivo. Ressalta-se ainda que as estratégias de manejo do pastejo com base na interceptação de luz e intensidade de pastejo de 50% da altura pré-pastejo possibilitou o mesmo IAF residual em monocultivo e sistema silvipastoril.

Os valores observados das interceptações da radiação dos pastos ficaram próximos das metas pretendidas de 90%, 95% e 100% de interceptação luminosa (Tabela 9).

### **7.3. Massa, composição morfológica, relação lâmina foliar:colmo e remoção da forragem**

A massa de forragem média na condição de pré-pastejo aumentou de acordo com os incrementos nos níveis de IL (Tabela 11). Maior valor de massa de forragem foi verificado no tratamento de 100% de IL em sistema silvipastoril e monocultivo. Nesta meta de manejo apesar da maior massa de forragem, essa é constituída predominantemente de colmo (Figura 17) na sua composição (Tabela 14). Por outro lado, o tratamento de 90% de IL apresentou menor massa de forragem no pré-pastejo em ambos sistemas de produção (Tabela 11). Entretanto, apresentou menor proporção de colmo no sistema silvipastoril durante o período de avaliação (Tabela 14). Os elevados valores de massa de forragem por ciclo de pastejo (Tabela 11) no tratamento de 100% de IL em sistema silvipastoril e monocultivo não implica necessariamente que estes sejam mais produtivos, uma vez que foram obtidos à custa de longos intervalos de pastejos, que reduziram o número de ciclos de pastejo realizados durante o período experimental (Tabela 5). Adicionalmente, as alterações na estrutura do dossel forrageiro em função da elevada proporção de colmos (Tabela 14), constituem as limitações do uso de períodos de descanso longos, mesmo em gramíneas não cespitosas como capim-braquiária. O controle do desenvolvimento de colmos tem sido frequentemente estudado (Santos, 1997; Santos, 2002; Cândido, 2003; Carnevalli, 2003) e parece existir um consenso de que a frequência de pastejo seja uma estratégia efetiva no controle do desenvolvimento de colmos.

A massa de forragem em pré-pastejo nos sistemas silvipastoril e monocultivo foi semelhante, exceto para a meta de 100% de IL. Essa massa de forragem no sistema silvipastoril apresentou maior proporção de colmo, o que pode ser explicado pelo estiolamento da forrageira em ambientes sombreados. O estiolamento de plantas submetidas ao sombreamento é um dos mecanismos pelo qual a planta busca luz, pela elevação de suas folhas no dossel forrageiro. Em gramíneas, tal mecanismo permite, ainda, melhor distribuição da radiação ao longo do perfil do dossel (Mello & Pedreira, 2004; Gomide et al., 2007). Em associação, o maior intervalo de pastejos em sistema silvipastoril (Tabela 5) pode ter contribuído para o incremento da proporção de colmo. Padrão semelhante foi observado na relação lâmina foliar:colmo em pré-pastejo, onde houve decréscimo na relação em sistema silvipastoril.



Figura 17 - Tratamento de 100% de IL em sistema silvipastoril (A) e monocultivo (B).

Durante o período experimental, foi registrado maior participação de lâminas foliares na massa pré-pastejo para as metas de 90% e 95% de IL em ambos sistemas de produção (Tabela 14). A relação lâmina foliar:colmo acompanhou esta tendência a medida que se reduziu os intervalos de pastejos.

O tratamento de 100% de IL em sistema silvipastoril (Figura 18) e monocultivo apresentou maior quantidade de forragem senescente em pré-pastejo (Tabela 15). Este resultado pode ser explicado pela curva de crescimento da forrageira, que colabora com os resultados obtidos neste presente experimento, indicando que a partir dos 95% de IL, a planta reduz a taxa de crescimento e aumenta a taxa de senescência (Tabela 15).



Figura 18 - Forragem senescente no tratamento de 100% de IL em sistema silvipastoril.

O tratamento com pastejos menos frequentes (100% de IL) em monocultivo e sistema silvipastoril proporcionaram incrementos na massa de forragem pós-pastejo (Tabela 12), principalmente pela elevada participação de colmos (Tabela 14). O sistema silvipastoril promoveu maior participação de colmos em relação ao monocultivo (Tabela 17). Tal fato pode ser explicado pelo maior alongamento de colmo em ambientes sombreados (Machado, 2012).

A meta de 95% de IL proporcionou maior remoção de forragem, seguido da meta de 90% de IL e menor remoção foi observado no tratamento de 100% de IL (Tabela 13). No tratamento de 100% de IL a maior proporção de colmo diminuiu a eficiência do pastejo, uma vez que o colmo atua como uma barreira física no bocado do animal. Além disso, nessa meta houve acamamento da massa de forragem (Figura 19), o que contribuiu para menor remoção da forragem. Na condição de 90% de IL, como o horizonte vertical de pastejo é menor, é provável que o animal encontrou dificuldade em aprofundar o bocado. Já entre os sistemas de produção, o sistema silvipastoril possibilitou maior remoção de forragem que o monocultivo. A menor densidade populacional de

perfilhos observada no sistema silvipastoril (Tabela 23) pode ter facilitado a prensão da forragem pelo animal. Outro fator que provavelmente contribuiu com essa maior remoção em sistema silvipastoril está associado a maior altura de inserção das folhas no dossel forrageiro como foi observado por Mello & Pedreira. 2004. Nesses sistemas, a forrageira posiciona as folhas na parte superior do pasto como uma estratégia de interceptar maior quantidade de radiação fotossinteticamente ativa.

A remoção de forragem dá ideia da eficiência de pastejo. A eficiência de pastejo pode ser definida como sendo a forragem removida expressa como uma proporção de forragem acumulada (Hodgson, 1979). Nesse sentido, mesmo uma espécie não cespitosa como o capim-braquiária quando manejado com longos intervalos de pastejos, resultou em menor eficiência de pastejo.



Figura 19 - Acamamento da forragem no tratamento de 100% de IL em monocultivo do capim braquiária.

#### **7.4. Acúmulo de massa seca, lâminas foliares e colmo da forragem**

O acúmulo de massa seca (MS) total foi maior nos tratamentos de 95% de IL, não diferindo estatisticamente dos 90% de IL (Tabela 19). Os tratamentos de 100% de IL apresentaram menores acúmulos de MS, não diferindo dos 90% de IL. A menor frequência de pastejos, associada a menor remoção de forragem foram observadas no tratamento de 100% de IL, e foram determinantes para o menor acúmulo de MS nesse tratamento. Entre os sistemas, o monocultivo apresentou maior acúmulo de MS total. O maior acúmulo de MS foi observado na meta de 95% de IL em monocultivo (16.698,8 kg ha<sup>-1</sup> MS) e sistema silvipastoril (12.482,6 kg ha<sup>-1</sup> MS) (Tabela 19). De fato, o sombreamento proporcionado pelas árvores reduziu o acúmulo de forragem. Isso pode ser explicado, pelo fato que as gramíneas de clima tropical serem plantas do grupo de metabolismo C4. As plantas desse grupo possuem características de ser responsiva a grande quantidade de radiação, e conseqüentemente mais produtiva na condição de pleno sol. Paciuлло et al. (2007) observaram redução de 53% na produção de matéria seca do capim-braquiária sob 65% de sombra e de 8% sob 35% de sombra, em relação ao monocultivo. Por outro lado, as metas de manejo de desfolhação atenuaram o efeito negativo da redução da radiação no sistema silvipastoril. Neste a diferença de acúmulo de MS entre as meta de 95% de IL e 100% de IL foi de 21%.

O acúmulo de colmo por ciclo de pastejo, nas metas de 95% e 100% de IL foram semelhantes no sistema silvipastoril e apresentaram maiores valores em relação à meta de 90% de IL (Tabela 20). Portanto, há evidência de que o acréscimo de colmo já ocorra quando a planta intercepta 95% da IL em sistema silvipastoril, diferentemente do observado em monocultivo. Todavia, esse maior acúmulo de colmo não comprometeu a eficiência de pastejo (Tabela 13) e tão pouco reduziu o acúmulo total de lâminas foliares (Tabela 21). Já em monocultivo, a meta de 100% de IL apresentou maior acúmulo de colmo que as demais metas. O acúmulo de colmos por ciclo de pastejo não diferiu nas metas de 90% e 95% de IL em monocultivo. Esse processo pode ser minimizado com pastejos realizados em condições onde o processo de competição por luz ainda não tenha atingido nível crítico (Da Silva & Nascimento-Junior, 2007). A condição tem sistematicamente coincidido quando o pasto intercepta 95% da

luz incidente onde se busca a maximização da proporção de folhas no estrato pastejável (Da Silva & Nascimento-Junior, 2007).

O acúmulo total de lâminas foliares em sistema silvipastoril foi maior na meta de 90% e 95% de IL, e menor no tratamento de 100% de IL (Tabela 21). Tal fato pode ser explicado pelo maior acúmulo total de forragem nessas metas, contribuindo com maiores acúmulos de lâminas foliares. O tratamento de 95% de IL em monocultivo apresentou maior acúmulo total de lâminas foliares, seguido os 90% de IL e menor valor na meta de 100% de IL. O acúmulo de lâminas foliares foi superior nos pastos em monocultivo em relação ao sistema silvipastoril, assim como observado para o acúmulo de MS total.

### **7.5. Densidade populacional e peso de perfilhos**

A densidade populacional de perfilhos (DPP) variou entre as metas de manejo do pastejo baseadas na interceptação de luz em monocultivo (Tabela 23). A forrageira em monocultivo apresentou maior DPP em relação ao sistema silvipastoril. Em geral, tem sido constatada redução da taxa de perfilhamento de gramíneas quando submetida ao sombreamento (Paciullo et al., 2007). Em sistemas que associam espécies arbóreas e espécies herbáceas, ocorre uma heterogeneidade na quantidade e na qualidade da radiação incidente sobre os diferentes estratos que compõem o sistema. Gautier et al., (1999), demonstraram que tanto a redução da relação vermelho:vermelho distante quanto a diminuição do fluxo de fóton fotossintético, determinam importantes efeitos sobre o desenvolvimento das plantas, principalmente por diminuir o perfilhamento das gramíneas. Essa competição por radiação também é observada em monocultivo (competição intraespecífica), havendo uma diminuição na disponibilidade e qualidade da radiação incidente ao longo do dossel.

De acordo com Pinto (2000), a competição por luz pode levar algumas plantas à morte devido à grande mobilização de carbono pela respiração. Nessas condições, uma maior quantidade de assimilados é alocada para o crescimento de perfilhos já existentes em detrimento do desenvolvimento de novos perfilhos, quando em situação de sombreamento. Desse modo, pastos mais altos possuem menor DPP por dificultar a incidência da radiação nos estratos inferiores do dossel forrageiro. Tal fato foi observado em monocultivo, onde as metas de 90% e 95% de interceptação da radiação possibilitaram

maior DPP da forrageira. Contudo, as metas de manejo não influenciaram a DPP no sistema silvipastoril, demonstrando que o sombreamento proporcionado pelo componente arbóreo foi determinante para limitar o perfilhamento. As metas de 90% e 95% de interceptação da RFA em monocultivo apresentaram perfilhos com menor peso em relação aos 100% de interceptação da RFA. Esse fato, associado à maior densidade de perfilhos observada nesses tratamentos, evidencia a existência de um mecanismo de compensação entre peso de perfilho e densidade de perfilhos em pastos de capim-braquiária. Dessa forma, pastos manejados mais baixos possuem maior DPP e de menor peso, enquanto pastos mais altos possuem menos perfilhos de maior peso. Já em sistema silvipastoril, esse mecanismo não foi significativo, o que evidencia a limitação desse mecanismo em ambientes sombreados.

## 8. CONCLUSÕES

A altura do pasto de *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) na condição de pré-pastejo em sistema silvipastoril e monocultivo possui alta associação com os níveis de interceptação de luz, sendo uma característica importante para controle da estrutura do pasto e de fácil mensuração para o produtor rural.

Pastos de capim-braquiária sob lotação intermitente devem ser manejados com 95% de IL em sistema silvipastoril (altura de 40 cm) e em monocultivo (altura de 20 cm) em pré-pastejo para evitar o acúmulo excessivo de colmos e saída ou pós-pastejo com 50% da altura de entrada no período de crescimento da forrageira.

O capim-braquiária em sistema silvipastoril e monocultivo manejado com 95% de interceptação de luz proporciona maior produção por área e maior eficiência de pastejo pelos animais.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, R.C.; VIANA, M.C.M.; GONTIJO NETO, M.M. In: **Integração lavoura-pecuária-floresta: potencialidades e técnicas de produção** - Leonardo David Tuffi et al. (Org.) Montes Claros: Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.
- BODDEY, R.M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R.M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O.C.; REZENDE, C.P.; CANTARUTTI, R.B.; PEREIRA, J.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.103, p.389-403, 2004.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo Agropecuário de 1995-1996. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 20/06/2014.
- BRAGA, G.L.; PORTELA, J.N.; PEDREIRA, C.G.S.; LEITE, V.B.O.; OLIVEIRA, E.A. Herbage yield in Signalgrass pasture affected by grazing management. **South African Journal of Animal Science**, v.39, p.130-132, 2009.
- CANDIDO, M.J.D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. Viçosa, 2003. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia). UFV.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação da pastagem de capim-Mombaça submetidos a regime de desfolhação intermitente**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2003 Tese (Doutorado em Produção Animal). ESALQ-USP. 2003.
- 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, 1., 2001, Juiz de Fora. **Anais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.85-108.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; FRANCO, E.T. Comportamento de gramíneas forrageiras tropicais em associação com árvores. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. p.195-196.
- CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M. COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G. de A. Desempenho agrônomo de gramíneas forrageiras sob sombreamento de seringal adulto. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.21, n.2, p.65-68, 1999.

- COUTO, L.; GARCIA R.; BARROS, N.F. de; GOMES, J.M.; SANTOS, G.P.; ALMEIDA, J.C.C. Redução do custo de reflorestamento no Vale do Rio Doce em Minas Gerais por meio da utilização de sistemas silvopastoris: gado bovino em eucaliptal a ser explorado. Belo Horizonte: EPAMIG, 28 p. (EPAMIG. **Boletim Técnico 26**).
- DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, Suplemento especial, p.121-138, 2007.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais**. Viçosa: Suprema, p.1-42, 2006.
- DENIUM, B.; SULASTRI, R.D.; SEINAB, M.H.J. et al. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *panicum maximum* var. *Trichoglume*). Netherlands. **Journal of Agriculture Science**, v.44, p.111-124, 1996.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- EUCLIDES, V.P.B.; MEDEIROS, S.R. Suplementação animal em pastagens e seu impacto na utilização de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22., 2005, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.33-70.
- FONSECA, L, MEZZALIRA, JC, BREMM, C et al. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in *Sorghum bicolor*. **Livestock Science**, v.145, p.205-211, 2012.
- GARCIA, R.; COUTO, L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais**. Viçosa: UFV, 1997. p.446-71.
- GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, v.83, p.423-429, 1999.
- GOMIDE, C.A.M. **Características morfofisiológicas associadas ao manejo do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.)** 2001. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFV, Viçosa, MG.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1487-1494, 2007.

- GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75-87, 2008.
- HODGSON, J. Nomenclature and definitions in grazing studies. **Grass and Forage Science**, v.34, p.11-18, 1979.
- LI-COR. Plant canopy analyzer: LAI-2000; operating manual. Lincoln, 1992.
- LOPES, C.M., PACIULLO, D.S.C; ARAÚJO, S.A.C. et al. Morfogênese de *Brachiaria decumbens* conforme o sombreamento e o uso de calagem e fertilização. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2012 Brasília. **Anais**. Brasília: SBZ, 2012.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais**. Goiânia: SBZ, 2005. p.56-84.
- MACHADO, V.D. **Pastagens de capim-braquiária em sistema silvipastoril com eucalipto**. 2012. 67p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – UFV, Viçosa, MG.
- MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M.; LAURA, V.A.; CUNHA, D. de N.F.V. da. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1183-1190, 2009.
- MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.282-289, 2004.
- MULLER, M.D.; NOGUEIRA, G.S.; CASTRO, C.R.T. et al. Economic analysis of na agrosilvipastoral system for a mountainous área in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.10, p.1148-1153, 2011.
- PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M. et al. Crescimento do pasto de capim-braquiária influenciado pelo nível de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.317-323, 2008.
- PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.573-579, 2007.
- PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; GOMIDE, C.A.M. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, p.166-172, 2011a.

- PAES LEME, T.M.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S. et al. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29,p.668-675, 2005).
- PEARSON, H.A.; WHITAKER, L.B. Returns from southern forest grazing. **Journal of Range Mangement**, 26(2):85-87, 1973.
- PEDREIRA, B.C. e; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.281-287, 2007.
- PINTO, L.F.M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon spp.*** Piracicaba, 2000. 124p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, W. Ecologia e manejo em sistema silvipastoril. In: FERNANDES, E.N.; PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T. et al. (Eds.) **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p.51-68.
- POWER, I.L.; THORRO, L.D.; BALKS, M.S. Soil properties and nitrogen availability in silvopastoral plantings in *Acacia melanoxylon* in North Island, New Zealand. **Agroforestry Systems**, v.57, p.225-237, 2003.
- RODRIGUES, L.R. de A.; RODRIGUES, T. de J.D. Ecofisiologia de Plantas Forrageiras. In: **Ecofisiologia da Produção Agrícola**. p.203-230, 1987.
- SANTOS, M.V.; MOTA, V.A.; TUFFI SANTOS, L.D.; OLIVEIRA, N.J.F.; GERASEEV, L.C.; DUARTE, E.R. **Sistemas Agroflorestais: potencialidades para produção de forrageiras no norte de Minas Gerais**. In: GERASEEV, L.C.; OLIVEIRA, N.J.F.; CARNEIRO, A.C.B.; DUARTE, E.R. (Ed.). **Recomendações técnicas para vencer o desafio nutricional no período da seca**. UFMG: ICA, Montes Claros, 2008. p.99-109.
- SANTOS, M.V.; OLIVEIRA, F.L.R.; TUFFI SANTOS, L.D.: **Integração lavoura-pecuária-floresta: potencialidades e técnicas de produção** - Leonardo David Tuffi et al. (Org.) Montes Claros: Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.
- SANTOS, P.M. **Estudos de características de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1997. 62p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior da Agricultura Luiz de Queiroz, USP.
- SANTOS, P.M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: Um desafio**. Piracicaba. SP: ESALQ, 2002. 98p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

- SAS Institute (2002). **User`s guide: statistics**, version 9.1. Cary. SAS Institute.
- SCHOENEBERGER, M.M. Agroforestry: working trees for sequestering carbon on agricultural lands. **Agroforestry Systems**, v.75, p.27-37, 2009.
- SHELTON, H. M.; HUMPHREYS, L. R.; BATELLO, C. Pastures in the plantations of Asia and the Pacific: performance and prospect. **Tropical Grasslands**, v. 21, p.159-168, 1987.
- SOUZA, C.C. **Avaliação de impactos ambientais da atividade industrial do pólo moveleiro de Ubá – MG**. 2008. 165. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.
- WELLES, J.M. Some indirect methods of estimating canopy structure. **Remote Sensing Reviews**, v.5, n.1, p.31-43, 1990.
- WELLES, J.M.; NORMAN, J.M. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. **Agronomy Journal**, v.83, p.818-825, 1991.
- WILHELM, W.W.; RUWE, K.; SCHLEMMER, M.R. Comparison of three leaf area index meters in a corn canopy. **Crop Science**, v.40, n.4, p.1179-1183, 2000.
- XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; ALVIM M.J. et al. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagens de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicales**, v.25, p.23-26,2002.
- YAMAMOTO, W.; DEWI, I.A.; IBRAHIM, M.E. Effects of silvopastoral áreas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. **Agricultural Systems**, v.94, p.368-375, 2007.