

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TESE

**Sistema Silvipastoril com Braquiária Decumbens em
Pecuária de Leite**

Priscila Beligoli Fernandes

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**SISTEMA SILVIPASTORIL COM BRAQUIÁRIA DECUMBENS EM
PECUÁRIA DE LEITE**

PRISCILA BELIGOLI FERNANDES

Sob a Orientação do Professor
Carlos Augusto Brandão de Carvalho

e Co-orientação dos Pesquisadores
Domingos Sávio Campos Paciullo
Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Tese submetida como requisito parcial
para obtenção do grau de **Doutor em**
Ciências no Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, Área de
Concentração em Produção e
Conservação de Plantas Forrageiras

Seropédica, RJ
Julho de 2016

634.99

F363s

T

Fernandes, Priscila Beligoli, 1988-
Sistema silvipastoril com braquiária
decumbens em pecuária de leite / Priscila
Beligoli Fernandes - 2016.
56 f.: il.

Orientador: Carlos Augusto Brandão de
Carvalho.

Tese (doutorado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de
Pós-Graduação em Zootecnia.

Inclui bibliografias.

1. Agrossilvicultura - Teses. 2.
Plantas forrageiras - Teses. 3. Plantas
forrageiras - Solos - Teses. 4.
Braquiária decumbens - Teses. 5. Gases
estufa - Teses. I. Carvalho, Carlos
Augusto Brandão de, 1971-. II.
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em
Zootecnia. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PRISCILA BELIGOLI FERNANDES

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.


TESE APROVADA EM 04/05/2016


Carlos Augusto Brandão de Carvalho. Dr. UFRRJ
(Orientador)


João Carlos de Carvalho Almeida. Dr. UFRRJ


Pedro Antônio Muniz Malafaia. Dr. UFRRJ


Thierry Ribeiro Tomich. Dr. EMBRAPA


Roberta Aparecida Carnevalli. Dr. EMBRAPA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Jane e Ronaldo que dignamente me apresentaram à importância da família e ao caminho da honestidade e persistência.

À minha irmã Patricia que nos deu nossa linda princesa, a quem também dedico este trabalho, Mariam.

A todos os familiares que me incentivaram e torceram pela minha vitória.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus por caminhar sempre ao meu lado guiando meus passos e me dando forças para atravessar as barreiras impostas. Bendito seja meu Deus que me escolheu e me guardou nos momentos mais difíceis. Meu Deus, meu pai, o que seria de mim se não fosse a Sua graça?

Aos meus pais Jane e Ronaldo pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos; pela incansável luta ao meu lado desde os cadernos de caligrafia até a Tese de doutorado.

Ao orientador Dr. Carlos Augusto Brandão de Carvalho pela orientação e ensinamentos, meu sincero respeito, reconhecimento e gratidão.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pelo acolhimento e oportunidade de concluir o curso de Doutorado em Zootecnia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de Doutorado e Doutorado Sanduíche no Exterior.

À Embrapa Gado de Leite, pela oportunidade de realização deste trabalho.

A realização de um projeto de pesquisa como este só foi possível com o apoio de vários colaboradores. Aos co-orientadores Domingos Sávio Campos Paciullo e Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, aos colegas que me ajudaram na condução do trabalho, em especial ao Léo e Jonas que me auxiliaram diretamente nos trabalhos de campo, que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma, o meu reconhecimento e gratidão.

Ao Dr. José Dubeux, pela solicitude, prontidão, dedicação, aprimoramento científico, incentivo e oportunidade de convívio no North Florida Research and Education Center - University of Florida.

Enfim, agradeço a todos que participaram desta minha caminhada estudantil, a qual apesar de tudo, tenho consciência de minha dedicação e que, dentro de meus limites, fiz o possível para realizá-la da melhor forma.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

BIOGRAFIA

Priscila Beligoli Fernandes, natural de Juiz de Fora, Minas Gerais, nascida em 22 de abril de 1988. Bióloga, formada na Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC – JF), em 2009.

Na graduação, foi bolsista de Iniciação Científica FAPEMIG na Embrapa Gado de Leite durante os anos de 2008 e 2009. De ago. /2009 a fev. /2010 foi bolsista DTI CNPq nesta mesma instituição.

No período de 2010 a 2011 cursou Mestrado no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFRRJ, sendo bolsista da CAPES.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

“...mas uma coisa faço, e é que, esquecendo-me das coisas que para atrás ficam, e avançando para as que diante de mim estão, prossigo para o alvo, para o prêmio da soberana vocação de Deus em Cristo Jesus. ”

Filipenses 3: 13b-14.

RESUMO GERAL

FERNANDES, Priscila Beligoli. **Sistema silvipastoril com braquiária decumbens em pecuária de leite**. 2016. 56p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

O estabelecimento de sistemas silvipastoris (SSP) pode ampliar o ciclo de reformas em pastagens, mitigar gases de efeito estufa, além de atenuar os efeitos das condições climáticas extremas para os animais e para a pastagem, influenciando positivamente na capacidade produtiva da área. O presente estudo objetivou avaliar os parâmetros produtivos e estruturais do pasto de *Urochloa decumbens*, além de estimar a qualidade da forragem, o desempenho e a emissão do metano entérico de novilhas leiteiras mantidas em pastos de braquiária decumbens em sistema silvipastoril, sob lotação contínua durante o verão e outono. Utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com dois tratamentos e três repetições. Os tratamentos corresponderam ao tipo de sistema avaliado (silvipastoril ou pastoril), e cada repetição consistiu de um piquete de 1,5 ha. Os tratamentos foram mantidos sob lotação contínua durante duas estações do ano (verão e outono) durante os anos de 2011 a 2014. Foram realizadas as seguintes avaliações: medidas da radiação fotossinteticamente ativa, altura (ALT), composição morfológica da massa de forragem, densidade populacional de perfilhos, densidade volumétrica da forragem (DVF), acúmulo e taxa de acúmulo de forragem (AF e TAF), composição bromatológica da forragem, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), taxa de lotação (TL), consumo de matéria seca (CMS), ganho diário de peso dos animais (GDP) e produção de metano entérico (CH₄). As análises de variância foram realizadas por meio do PROC MIXED do SAS[®]. As médias foram estimadas pelo “LSMEANS” e a comparação feita por meio do “PDIFF” ($p \leq 0,05$). O nível médio de sombreamento no SSP foi de 46%. Somente houve efeito de interação entre os tratamentos e as estações do ano ($p \leq 0,05$) para as variáveis TAF e teor de lignina da forragem. Houve diferença entre sistemas ($p \leq 0,05$) para as características produtivas do pasto (massa de forragem, massa seca de colmos e de material morto), DVF e proteína bruta (PB). A ALT foi similar entre os sistemas (35,2 cm), indicando não haver diferença de manejo do pasto entre estes. Houve efeito de estação do ano ($p \leq 0,05$) para as características estruturais do pasto, exceto para DVF (81 kg ha⁻¹ cm⁻¹), com maiores valores de ALT (37,2 cm), PB (10,1 %MS), DIVMS (58,8 %MS), TL (1,5 UA ha⁻¹) e de produção de CH₄, e menores de FDA e FDN (33,9 %MS e 68,8 %MS, respectivamente), durante o verão. A massa seca de lâminas foliares (média de 881 kg ha⁻¹ MS), o GDP (média de 0,421 kg novilha⁻¹ dia⁻¹) e o CMS (média de 3,12%PC) não variaram ($p \geq 0,05$) com os tratamentos e estações do ano. O nível de 46% de sombreamento reduz o acúmulo de forragem da braquiária decumbens. O sistema silvipastoril altera principalmente a composição morfológica do pasto. Já as estações alteram as características nutricionais do pasto, além de acarretarem alterações na emissão de metano entérico de novilhas leiteiras mantidas em pastagem de *Urochloa decumbens* sob lotação contínua.

Palavras-chave: Forrageira tropical. Gases de efeito estufa. Sistemas agroflorestais.

GENERAL ABSTRACT

FERNANDES, Priscila Beligoli. **Silvopastoral system with *Urochloa decumbens* in dairy cattle**. 2016. 56p. Tesis (Doctor Science in Animal Science). Animal Science Institute, Animal Science and Pastures Department, Federal Rural of Rio de Janeiro University, Seropédica, RJ, 2016.

The establishment of silvopastoral systems (SPS) can enlarge the cycle of reforms in pastures, mitigate greenhouse gases, and minimize the effects of extreme weather conditions for the animals and for grazing, influencing positively the productive capacity of the area. This study aimed to evaluate the productive and structural parameters of the pasture of *Urochloa decumbens*, and estimate forage quality, performance and enteric methane emission from dairy heifers kept in *Urochloa decumbens* pastures in silvopastoral systems under continuous stocking during summer and fall. The experimental design was a randomized complete block design in a split plot with two treatments and three replications. The treatments correspond to the type of evaluated system (silvopastoral or pastoral), and each repetition is a paddock of 1.5 ha. The treatments were maintained under continuous stocking for two seasons (summer and fall) during the years from 2011 to 2014. The following evaluations were performed: measurements of photosynthetically active radiation, height, morphological composition of herbage mass, population densities of tillers, forage bulk density (FBD), herbage accumulation and herbage accumulation rate (HA and HAR), bromatologic composition, *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), stocking rate (SR), dry matter intake (DMI), daily weight gain of animals (DWG) and the production of enteric methane (CH₄). Variance analyses were performed using PROC MIXED of SAS[®]. The averages were estimated by "LSMEANS" and the comparison made by the "PDIF" ($p \leq 0.05$). The average level of shading the SPS was 46%.

There was interaction effect between treatment and the seasons ($p \leq 0.05$) for the HAR variables and forage lignin content. There was difference between systems ($p \leq 0.05$) for the productive characteristics of the pasture (herbage mass, dry mass of stems and dead material), FBD and crude protein (CP). The height was similar between systems (35.2 cm), indicating there is not management of difference between them. There was season effect ($p \leq 0.05$) to the structural characteristics of pasture, except for FBD (81 kg ha⁻¹ cm⁻¹), with larger values of height (37.2 cm), CP (10, 1% DM), IVDMD (58.8% DM), SR (1.5 AU ha⁻¹) and CH₄ production, and lower ADF and NDF (33.9% DM and 68.8% DM, respectively), during the summer. The dry mass of leaf blade (averages of 881 kg ha⁻¹ DM), the DWG (averages of 0.421 kg heifer⁻¹ day⁻¹) and the DMI (averages of 3.12%BW) did not vary ($p \geq 0.05$). The level of 46% shading reduces forage accumulation of *Urochloa decumbens*. The silvopastoral system changes especially the morphological composition of the pasture. The seasons change the nutritional characteristics of the pasture, and also changes in enteric methane emissions from dairy heifers kept in pastures of *Urochloa decumbens* under continuous stocking.

Key words: Agroforestry systems. Greenhouse gases. Tropical forage.

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 Características químicas de amostras do solo da área experimental, amostrado em setembro de 2011 e março de 2014.....	24
Tabela 2 Valores de <i>F</i> e <i>P</i> calculados para características produtivas e estruturais do pasto de <i>Urochloa decumbens</i> de acordo com o sistema, a estação e a interação sistema x estação.....	28
Tabela 3 Massa de forragem (MF), porcentagem de lâminas foliares na massa de forragem (%LF), massa seca de colmos (MSC), massa seca de material morto (MSMM) e densidade volumétrica da forragem (DVF) de <i>Urochloa decumbens</i> em sistemas silvipastoril e pastoril.....	29
Tabela 4 Altura do dossel (ALT), porcentagem de lâminas foliares na massa de forragem (%LF), porcentagem de colmos (%C), relação folha:colmo (RFC), densidade populacional de perfilhos (DPP), porcentagem de perfilhos vegetativos (%PV) e porcentagem de perfilhos reprodutivos (%PR) em pastos de <i>Urochloa decumbens</i> durante verão e outono de 2011 a 2014.....	29
Tabela 5 Acúmulo de forragem (AF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF) de <i>Urochloa decumbens</i> em sistemas silvipastoril e pastoril durante verão e outono de 2011 a 2014.....	30

CAPÍTULO II

Tabela 1 Características químicas de amostras do solo da área experimental, amostrado em setembro de 2011 e março de 2014.....	44
Tabela 2 Valores de <i>F</i> e <i>P</i> calculados para as variáveis de valor nutritivo da forragem, desempenho animal e emissão de metano ruminal de novilhas leiteiras criadas em pasto de <i>Urochloa decumbens</i> em função do tipo de sistema, a estação e a interação sistema x estação.....	48
Tabela 3 Teor de matéria seca (MS), teor de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), teor de proteína bruta (PB), digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), taxa de lotação (TL) e emissão de metano ruminal (CH ₄) em pastos de <i>Urochloa decumbens</i> durante verão e outono de 2011 a 2014.....	49
Tabela 4 Teor de lignina (LIG) de <i>Urochloa decumbens</i> em sistemas silvipastoril e pastoril durante verão e outono de 2011 a 2014.....	49
Tabela 5 Acúmulo de forragem (AF) de <i>Urochloa decumbens</i> em sistemas silvipastoril e pastoril durante verão e outono de 2011 a 2014.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 Precipitação e temperaturas máximas, mínimas e médias registradas durante o período experimental.....	25
Figura 2 Balanço hídrico durante o período experimental.....	25

CAPÍTULO II

Figura 1 Precipitação e temperaturas máximas, mínimas e médias registradas durante o período experimental.....	45
Figura 2 Balanço hídrico durante o período experimental.....	45

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPÍTULO I CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E ESTRUTURAIS DE <i>Urochloa decumbens</i> Stapf. CULTIVADA EM SISTEMA SILVIPASTORIL	18
RESUMO	19
ABSTRACT	20
1 INTRODUÇÃO	21
2 MATERIAL E MÉTODOS	23
2.1 Localização e Período Experimental.....	23
2.2 Histórico da Área Experimental.....	23
2.3 Solo da Área Experimental e Adubação.....	23
2.4 Dados Meteorológicos.....	24
2.5 Manejo dos Piquetes.....	24
2.6 Tratamentos e Delineamento Experimental.....	24
2.7 Variáveis Avaliadas.....	25
2.8 Análise Estatística.....	27
3 RESULTADOS	28
4 DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÕES	34
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
CAPÍTULO II CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DA <i>Urochloa decumbens</i> Stapf. E DESEMPENHO DE NOVILHAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL	38
RESUMO	39
ABSTRACT	40
1 INTRODUÇÃO	41
2 MATERIAL E MÉTODOS	43
2.1 Localização e Período Experimental.....	43
2.2 Histórico da Área Experimental.....	43
2.3 Solo da Área Experimental e Adubação.....	43
2.4 Dados Meteorológicos.....	44
2.5 Manejo dos Piquetes.....	44
2.6 Tratamentos e Delineamento Experimental.....	45

2.7 Variáveis Avaliadas.....	46
2.8 Análise Estatística.....	47
3 RESULTADOS.....	48
4 DISCUSSÃO.....	50
5 CONCLUSÕES.....	53
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57

INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas, o termo sustentabilidade tem sido muito usado em agricultura e recebido várias definições. O ponto em comum entre essas definições é a necessidade de se obter produtos agrícolas, pecuários ou florestais, de modo econômico, a longo prazo, e sem comprometer a conservação dos recursos naturais. Portanto, sistemas de produção sustentáveis devem ser econômicos e estáveis, para permitir o bem-estar das populações rurais e da sociedade como um todo, e devem conservar e/ou melhorar os recursos terra e água, para assegurar a sobrevivência e bem-estar das gerações futuras.

Em várias regiões do Brasil, inclusive no Estado de Minas Gerais, os sistemas de produção de bovinos leiteiros são baseados principalmente na utilização de pastagens, em muitos casos necessitando de suplementação na época da seca. Nestes sistemas, as novilhas são um importante componente para garantir a produção contínua do rebanho. Entre os fatores que têm contribuído para prejudicar a sustentabilidade desses sistemas destaca-se a instabilidade das pastagens, que se tornam degradadas com relativamente poucos anos de uso em consequência da adoção um manejo não adequado. O avanço do processo de degradação das pastagens comporta redução progressiva da produtividade e do valor nutritivo das forrageiras. A recria de novilhas leiteiras, frequentemente realizada em pastagens degradadas, resulta em nutrição inadequada, o que se reflete em baixos ganhos de peso corporal, idade elevada ao primeiro parto e comprometimento da eficiência econômica dos sistemas de produção pecuária.

Além disso, atualmente muito se discute sobre o impacto ambiental das atividades pecuárias e agrícolas, principalmente relativo às mudanças climáticas. A pecuária brasileira, em especial, vem sendo criticada por emitir quantidades significativas de gases de efeito estufa. Tal crítica tem sido fundamentada nos baixos índices zootécnicos verificados em sistemas de exploração animal baseados em pastagens manejadas de forma incorreta, que muitas vezes leva ao surgimento de áreas de pastagens degradadas. A ineficiência desse modelo de exploração tem gerado maiores quantidades de gases de efeito estufa por quilo de carne e/ou leite produzidos.

Na busca por sistemas mais eficientes, capazes de contornar os problemas adversos de sustentabilidade, têm sido utilizados sistemas agrossilvipastoris, que são estruturados no consórcio de culturas anuais, forragens e espécies arbóreas. Dentro desses os sistemas silvipastoris (SSP) despontam como alternativa promissora, por serem diversificados e potencialmente mais produtivos e sustentáveis que os sistemas pecuários tradicionais (OLIVEIRA, 2003). O termo Silvipastoril surge da combinação das palavras *silvi* (que significa “aquilo que é relativo ou oriundo da selva, da mata, da floresta”) e *pastoril* (que relaciona atitudes próprias do criador de gado em condições de campo, independente da espécie animal – normalmente refere-se ao ato de criar/cuidar animais domesticados em campos naturais ou plantados com espécies vegetais) (PORFÍRIO-DASILVA et al., 2010).

A importância deste sistema de produção pode ser evidenciada, principalmente pelo: aumento da biodiversidade; produção de sombra, proporcionando um ambiente favorável aos animais; oferecimento de suplementação alimentar para os animais por meio de árvores forrageiras e/ou frutíferas; fornecimento de madeira, lenha, postes, mourões que podem ser utilizados na propriedade rural e/ou produtos de base florestal com agregação de valor econômico; diversificação de produtos florestais e pecuários na unidade produtiva; melhoria das qualidades físicas e químicas do solo; obtenção de receita adicional; aumento do conteúdo de água no solo; oferta de pasto de melhor qualidade no período da seca; aumento na retenção

de carbono; melhor aproveitamento da mão-de-obra na propriedade; melhoria nas condições para flora e fauna (ARAÚJO et al., 2011). Aliado a isso, muito tem se discutido sobre os mecanismos de compensação para as atividades ambientais positivas geradas em sistemas agrossilvipastoris, por essa ser uma estratégia para mitigar os processos negativos associados à pecuária na região tropical, como a mitigação de gases de efeito estufa (dentre eles o metano entérico produzido pelos bovinos), dentre outros processos ecológicos destacados por Murgueitio et al. (2011) como um benefício potencial derivado de sistemas agrossilvipastoris.

Neste contexto, o presente estudo objetivou-se avaliar os parâmetros produtivos e estruturais do pasto de *Urochloa decumbens*, além de estimar a qualidade da forragem, o desempenho e a emissão do metano ruminal de novilhas leiteiras mantidas em pastos de braquiária decumbens manejados em sistemas pastoril e silvipastoril sob lotação contínua durante as estações de verão e outono de 2011 a 2014.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, R.P.; ALMEIDA, J.C.C.; DEMINICIS, B.B. et al. Sistema silvipastoril como alternativa de uso da terra. **PUBVET**, v.5, art.1245, 2011.

MURGUEITIO, E.; CALLE, Z.; URIBE, F. et al. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forestry Ecology Management**, v.261, p.1654-1663, 2011.

OLIVEIRA, T.K. de; FURTADO, S.C.; ANDRADE, C.M.S. de; FRANKE, I.L. **Sugestões de implantação de sistemas silvipastoris**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. 28p. (Documentos, 84).

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F.; DERETI, R.M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: Implantação e manejo**. Colombo: EMBRAPA FLORESTAS, 2010. 48p.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E ESTRUTURAIS DE *Urochloa decumbens* Stapf. CULTIVADA EM SISTEMA SILVIPASTORIL

RESUMO

A recuperação das áreas de pastagens degradadas é um aspecto essencial na atualidade, e como opção para recuperação dessas áreas tem sido proposta a utilização de sistemas silvipastoris (SSP). No entanto, para o sucesso desses, deve ser considerado a tolerância da espécie forrageira escolhida e o nível de sombreamento adotado. O objetivo deste trabalho foi de avaliar as características produtivas e estruturais do pasto de *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com eucalipto durante o verão e outono. Utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com dois tratamentos e três repetições. Os tratamentos corresponderam ao tipo de sistema avaliado (silvipastoril ou pastoril), e cada repetição consistiu de um piquete de 1,5 ha. Os tratamentos foram mantidos sob lotação contínua durante duas estações do ano (verão e outono) durante os anos de 2011 a 2014. Foram realizadas as seguintes avaliações: medidas da radiação fotossinteticamente ativa, altura (ALT), massa de forragem (MF), massa seca de lâminas foliares, de colmos e de material morto (MSLF, MSC e MSMM), porcentagem de lâminas foliares, colmos e material morto na massa de forragem (%LF, %C e %MM), relação folha:colmo (RFC), densidade populacional de perfilhos (DPP), porcentagem de perfilhos vegetativos e reprodutivos (%PV e %PR), densidade volumétrica da forragem (DV), acúmulo e taxa de acúmulo de forragem (AF e TAF). As análises de variância foram realizadas por meio do PROC MIXED do SAS[®]. As médias foram estimadas pelo “LSMEANS” e a comparação feita por meio do “PDIFF” ($p \leq 0,05$). O nível médio de sombreamento foi de 46%. Somente houve efeito de interação entre os tratamentos e as estações do ano ($p \leq 0,05$) para as variáveis AF e TAF que revelaram menores médias para o SSP durante o outono (808 kg ha^{-1} e $38 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente). As variáveis MF, MSC, MSMM, %LF e DVF variaram com os sistemas ($p \leq 0,05$), somente com maior valor de %LF para SSP, (32,8%) em relação ao sistema pastoril (30,2%). A ALT foi similar entre os sistemas (35,2 cm), indicando não haver diferença de manejo do pasto entre estes. As variáveis ALT, %LF, %C, RFC, DPP, %PV e %PR variaram com as estações, sendo que o verão proporcionou maiores médias somente para ALT, %C e %PR (37,2 cm, 50,7% e 15%, respectivamente). As demais características foram favorecidas pelo outono. As variáveis MSLF (média de $881 \text{ kg ha}^{-1} \text{ MS}$) e %MM (68%) não variaram ($p \geq 0,05$) com os sistemas e estações do ano. O nível de 46% de sombreamento reduz o acúmulo de forragem da braquiária decumbens. O sistema silvipastoril altera a composição morfológica do pasto de *Urochloa decumbens*.

Palavras-chave: Acúmulo de forragem. Composição morfológica. Sombreamento.

ABSTRACT

The recovery of degraded pasture areas is an essential aspect in actuality, and as an option for recovery of these areas has been proposed the use of silvopastoral systems (SPS). However, for the success of these should be considered the tolerance of selected forage species and the shading level adopted. The objective of this study was to evaluate the productive and structural characteristics of *Urochloa decumbens* pasture in silvopastoral systems with eucalyptus during the summer and fall. The experimental design was a randomized complete block design in a split plot with two treatments and three replications. The treatments correspond to the type of evaluated system (silvopastoral or pastoral). Each repetition is a paddock of 1.5 ha. The treatments were maintained under continuous stocking for two seasons (summer and fall) during the years from 2011 to 2014. The following evaluations were performed: measurements of photosynthetically active radiation, height, herbage mass (HM), dry mass of leaf blades, of stem and of dead material (DMLB, DMS and DMDM), percentage of leaf blades, stems and dead material in the herbage mass (%LB, %S and %DM), leaf:stem ratio (LSR), population densities of tillers (PDT), percentage of vegetative and reproductive tillers (%VT and %RT), forage bulk density (FBD), herbage accumulation and herbage accumulation rate (HA and HAR). Variance analyses were performed using PROC MIXED of SAS[®]. The averages were estimated by "LSMEANS" and the comparison made by the "PDIF" ($p \leq 0.05$). The average level of shading was 46%. There was interaction effect between treatment and the seasons ($p \leq 0.05$) for the variables HA and HAR that revealed lower averages for the SPS during the fall (808 kg ha^{-1} and $38 \text{ kg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$, respectively). The HM, DMS, DMDM, %LB, and FBD varied with the systems ($p \leq 0.05$), only with greater value of % LF to SSP, (32.8%) in relation to pastoral system (30.2%). The height was similar between systems (35.2 cm), indicating there is not management of difference between them. The variables height, (%LB, %S, LSR, PDT, %VT and %RT varied with the seasons, and the summer has provided higher average only height, %S and %RT (37.2 cm, 50.7% e 15%, respectively) with the systems and seasons. The DMLB (averages of $881 \text{ kg ha}^{-1} \text{ DM}$) and the %DM (68%) did not vary ($p \geq 0,05$). The level of 46% shading reduces forage accumulation of *Urochloa decumbens*. The silvopastoral system changes the morphological composition of the pasture of *Urochloa decumbens*.

Keywords: Herbage accumulation. Morphological composition. Shadowing.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de sistemas agrossilvipastoris (uso de culturas agrícolas anuais, pecuária e árvores) é uma alternativa sustentável e vem ganhando espaço em diversas regiões do país, sendo o consórcio de pasto e cultivos florestais, denominados sistemas silvipastoris, uma alternativa de manejo que apresenta bons índices de produção animal (BALBINO et al., 2011).

Os sistemas silvipastoris têm sido amplamente estudados e vêm sendo adotados para produção agropecuária em regiões tropicais e subtropicais. Segundo Paciullo et al. (2011) o uso de sistemas de silvipastoris tem sido sugerido para garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção animal devido ao potencial em aumentar a fertilidade do solo, melhorar a qualidade da forragem, promover o conforto térmico animal, e proporcionar a diversificação de renda para o produtor. No entanto, as árvores reduzem a disponibilidade de luz para as forrageiras, afetando as propriedades morfogênicas que determinam a produtividade de forragem. Portanto, para se obter resultados satisfatórios nesses sistemas deve-se selecionar espécies forrageiras que se desenvolvam bem sob o sombreamento, sendo essencial conhecer a tolerância das plantas à restrição luminosa, bem como escolher corretamente espécies com boa capacidade produtiva, adaptadas ao manejo e às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas.

Dentre as forrageiras tropicais cultivadas no Brasil, as espécies *Urochloa decumbens* cv. Basilisk, *Urochloa brizantha* cv. Marandu, e *Panicum maximum* cv. Mombaça, destacam-se por sua adaptação aos solos ácidos e de baixa e média fertilidade, por sua produtividade, além de sua adaptação ao sombreamento, o que as credencia para uso em sistemas silvipastoris (ANDRADE et al., 2004; CARVALHO, 2006; PACIULLO et al., 2007; ALMEIDA et al., 2012).

Sistemas silvipastoris normalmente desenvolvem condições microclimáticas mais heterogêneas e dinâmicas que aquelas verificadas nos sistemas tradicionais de produção animal, variando consideravelmente com o tempo e com o tipo de cobertura arbórea, ocasionando modificações no ambiente luminoso que influenciam significativamente a produtividade do pasto. Normalmente, o sombreamento causado pelas árvores leva à redução na radiação incidente e na relação do espectro da luz, causando mudanças significativas na morfologia de muitas forrageiras (GARCEZ-NETO et al., 2010).

Em geral, as forrageiras tolerantes ao sombreamento apresentam alterações morfofisiológicas quando cultivadas à sombra (PACIULLO et al., 2007), garantindo melhor desempenho produtivo, quando comparadas às espécies não tolerantes em cultivo sob luminosidade reduzida. Estudos com gramíneas forrageiras tropicais indicaram que a intensificação do sombreamento resultou em lâminas foliares e colmos mais longos e aumento da área foliar específica (PACIULLO et al., 2007; PACIULLO et al., 2011). Essas características resultam da plasticidade fenotípica das plantas que nas condições de baixa luminosidade alteram seu comportamento em busca de luz e aumentam a disponibilidade de área fotossinteticamente ativa. Além da dinâmica de perfilhamento alterada nas gramíneas, também é verificada a redução da produção de raízes, resultante da mudança no padrão de alocação de fotoassimilados pelas plantas cultivadas em ambiente de reduzida luminosidade, especialmente na camada de 0 a 40 cm de profundidade do solo. Como consequência desse fenômeno, tem-se maior relação parte aérea/raiz em plantas cultivadas sob sombreamento, o que pode resultar em maior vulnerabilidade do pasto aos estresses ambientais (PACIULLO et al., 2010).

Em condições de baixa disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), as plantas podem manter ou até mesmo aumentar o crescimento (GUENNI et al., 2008; PACIULLO et al., 2008), em função de incrementos na área foliar específica, nas taxas de alongamento foliar e de colmos e no comprimento final da folha (GUENNI et al., 2008; PACIULLO et al., 2008; PACIULLO et al., 2011), dentre outros. Entretanto, tais ajustamentos podem não ser suficientes para manter o crescimento em níveis satisfatórios, especialmente em condições de sombreamento intenso (GUENNI et al., 2008; PACIULLO et al., 2011). Em geral, a taxa de crescimento e a produção de forragem decrescem com o aumento das condições de sombreamento, embora, dependendo da espécie, maiores rendimentos forrageiros podem ser obtidos em condições de sombra moderada (CARVALHO, 2001).

A relação folha:colmo do pasto é uma variável bastante influenciada pelo nível de radiação incidente, podendo a variação resultar em estiolamento do colmo, com redução da relação folha:colmo ou aumento do tamanho de folha, elevando a relação folha:colmo. Este fato se mostra de forma independente da forragem produzida, pois pode-se observar estiolamento em pastagem sombreada em concomitância com sua menor produtividade (CARVALHO et al., 1995). Contudo, Soares et al. (2009) observaram que, em geral, plantas sombreadas tiveram maior relação folha:colmo que plantas cultivadas a pleno sol.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar as variáveis produtivas e estruturais do pasto de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoril, durante o verão e outono de 2011 a 2014.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e Período Experimental

O experimento foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente à Embrapa Gado de Leite, localizado no município de Coronel Pacheco/MG, em áreas de topografia montanhosa, com declividade de aproximadamente 30%, a 21°33'22"S, 43°06'15"W e a 410 m de altitude. As avaliações foram realizadas nos verões e outonos de 2011 a 2014 em dois tipos de sistemas, um sistema silvipastoril constituído pela associação de *Eucalyptus grandis* com *Urochloa decumbens*, e um sistema pastoril (tratamento testemunha) caracterizado pelo monocultivo de *Urochloa decumbens*. Neste trabalho, foram considerados verões os meses de dezembro a março, e outonos os meses de abril a junho.

2.2 Histórico da Área Experimental

O sistema foi implantado em novembro de 1997, e foi constituído pelas espécies arbóreas *Acacia mangium*, *Acacia angustissima*, *Mimosa artemisiana* e *Eucalyptus grandis*.

Antes do plantio das espécies arbóreas, aplicaram-se 1.000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 600 kg ha⁻¹ de fosfato de Araxá, 250 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 30 kg ha⁻¹ de FTE BR-16 (3,5% de Zn, 1,5% de B, 3,5% de Cu e 0,40% de Mo). Para o estabelecimento das árvores, adotou-se o plantio em renques, cada um com quatro linhas, no espaçamento de 3x3 m. As faixas com árvores foram distanciadas em 30 m umas das outras, o que totalizou a densidade de 342 árvores por hectare. As faixas com espécies arbóreas foram implantadas no sentido norte-sul, de forma que as entre faixas permaneciam sombreadas durante algum período do dia. No momento da introdução das árvores, foi plantado o feijão-guandu (*Cajanus cajan*) entre as faixas arborizadas, a fim de efetuar sua incorporação ao solo como adubo verde, antes do florescimento das plantas.

O pasto de *Urochloa decumbens* s foi estabelecido no segundo ano, juntamente com a cultura do milho (*Zea mays* L.). Entre 1998 e 2000 a pastagem permaneceu vedada, a fim de se garantir o crescimento inicial das espécies arbóreas. Em setembro de 2001, a área foi dividida em oito piquetes de 0,5 ha. Entre os anos de 2001 e 2003, as pastagens foram utilizadas para o pastejo de vacas não lactantes, conforme descrito por Aroeira et al. (2005). No período de 2003 a 2007, a área foi manejada com novilhas leiteiras em regime de lotação intermitente, conforme relatado por Paciullo et al. (2009). As espécies mais representativas do sistema (90% das árvores), no período de 2007 a 2009, eram *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium*, que apresentavam, em 2008, diâmetros médios à altura do peito de 25,5 cm e 20 cm, e alturas médias de 21,7 m e 14,2 m, respectivamente.

Para o presente trabalho, a área foi dividida em seis piquetes de 1,5 ha cada, que foram utilizados por novilhas mestiças leiteiras sob regime de lotação contínua.

2.3 Solo da Área Experimental e Adubação

A área experimental é classificada como ondulada, e seu solo como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013). Foram realizadas análises químicas do solo antes de iniciar o período experimental (em setembro de 2011) de 0-10 cm de profundidade, e durante o último ano experimental (em março de 2014) de 0-20 cm de

profundidade (Tabela 1). Durante o período experimental, foram realizadas adubações de manutenção nos meses de janeiro e março de cada ano, com doses de 32 kg ha⁻¹ de N; 8 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 32 kg ha⁻¹ de K₂O. A opção por não realizar a calagem foi adotada a fim de caracterizar a realidade dos produtores da região, além de observar qual a contribuição das árvores para a manutenção dos níveis de fertilidade do solo.

Tabela 1 Características químicas de amostras do solo da área experimental, amostrado em setembro de 2011 e março de 2014.

Atributo	Sistema			
	Silvipastoril		Pastoril	
	Setembro/2011	Março/2014	Setembro/2011	Março/2014
pH (H ₂ O)	4,4	4,4	4,9	4,5
P (mg dm ⁻³)	4,62	1,93	2,92	1,06
K ⁺ (mg dm ⁻³)	43,37	37,8	49,7	41,6
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,43	0,36	0,45	0,33
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,26	0,26	0,22	0,23
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,27	0,68	0,95	0,43
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	7,34	5,08	5,98	4,51
CTC _{efetiva} (cmol _c dm ⁻³)	2,08	1,41	1,75	1,11
CTC _{pH 7,0} (cmol _c dm ⁻³)	8,15	5,87	6,78	5,19
V (%)	10,0	13,2	11,5	13,3

2.4 Dados Meteorológicos

O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (mesotérmico), com estação seca e chuvosa bem definida. Os dados climáticos do período experimental foram coletados no posto meteorológico do Campo Experimental, distante cerca de 1.000 m da área experimental (Figura 1), os quais deram origem ao balanço hídrico deste mesmo período (Figura 2). De 2011 a 2014, foram registradas as precipitações médias de 158 mm durante o verão e de 52 mm durante o outono, e as temperaturas médias máxima e mínima do ar foram de 30°C e 19°C durante o verão, e de 25°C e 15°C durante o outono, respectivamente.

2.5 Manejo dos Piquetes

Os piquetes foram manejados segundo o método de lotação contínua. Cada piquete foi pastejado por três novilhas mestiças Holandês x Zebu (animais de prova), de peso vivo inicial médio de 150 kg, perfazendo um total de 18 animais de prova. Animais reguladores foram colocados e retirados de cada piquete, de acordo com a altura média pré-adotada para os pastos (30cm ± 5cm). Os animais foram selecionados dentro do próprio rebanho do Campo Experimental José Henrique Bruschi.

2.6 Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos corresponderam ao tipo de sistema avaliado (silvipastoril ou pastoril), sendo três repetições por tratamento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com dois tratamentos e três repetições. Cada repetição consistiu de um piquete de 1,5 ha. Os tipos de sistemas (silvipastoril e pastoril)

corresponderam aos tratamentos, que foram avaliados sob medida repetida no tempo durante duas estações do ano (verão e outono) durante os anos de 2011 a 2014.

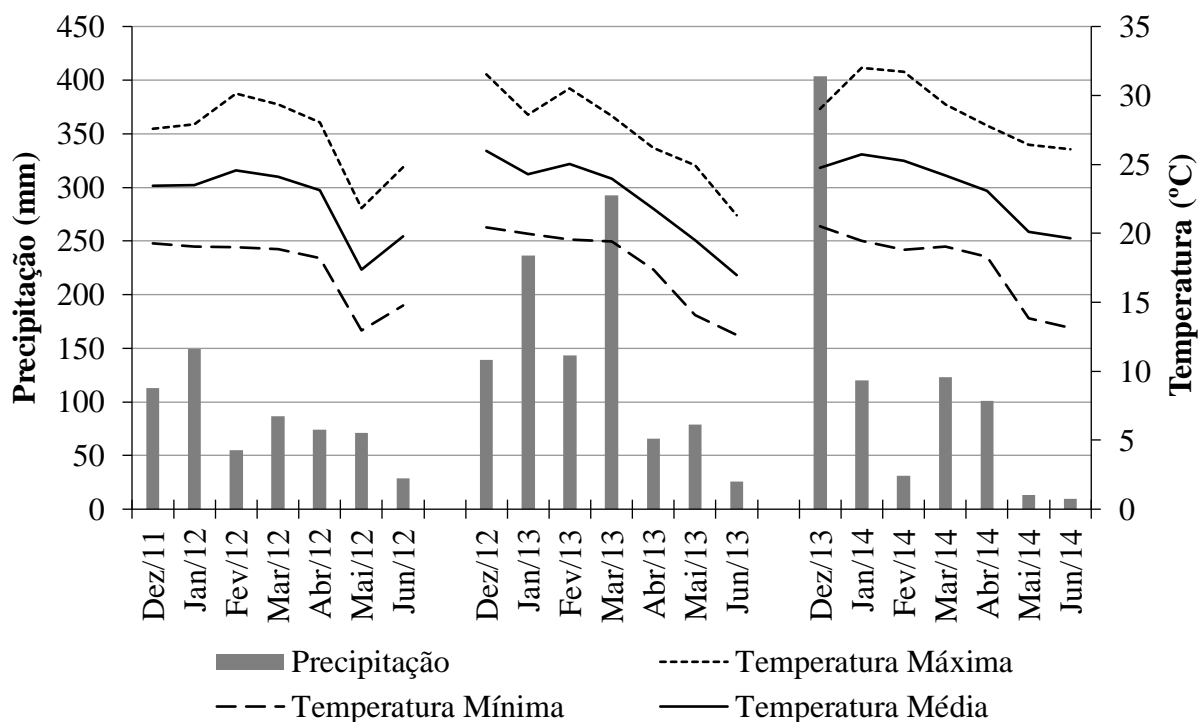


Figura 1 Precipitação e temperaturas máximas, mínimas e médias registradas durante o período experimental.

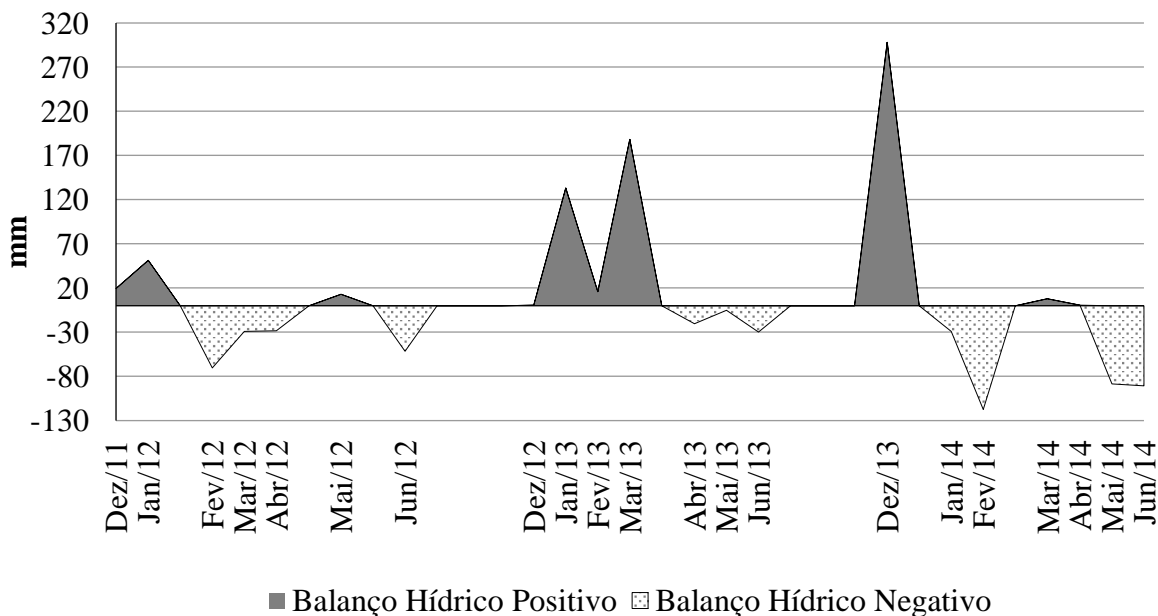


Figura 2 Balanço hídrico durante o período experimental.

2.7 Variáveis Avaliadas

Para caracterizar o regime de luz no sistema silvipastoril foram realizadas medidas da radiação fotossinteticamente ativa, em dias de céu límpido, no verão e outono de cada ano experimental, em três momentos durante o dia (às 9, 12 e 15h), com auxílio de um ceptômetro, marca Accupar, modelo LP 80, (Decagon, Pullman, WA, EUA).

As alturas dos pastos foram avaliadas de forma aleatória, semanalmente, em 150 pontos de cada piquete, utilizando-se uma régua graduada em centímetros. Adotou-se como meta de manejo a altura média dos pastos de 30 cm, aceitando-se variações da ordem de 15%. Essa meta de altura teve como base a indicação de Santos et al. (2010) com *Urochloa decumbens*, os quais indicaram a faixa de altura entre 20 e 30 cm como adequada para manutenção dessa gramínea sob pastejo em método de lotação contínua. Animais adicionais foram colocados nos piquetes quando a altura do dossel forrageiro se apresentava acima da faixa de altura pré-determinada e retirados quando essa ficava abaixo da mesma.

A massa de forragem foi estimada com base em cortes das plantas, realizados em todos os piquetes, com uma frequência de 21 dias. Para isso, 10 amostras foram coletadas, em cada repetição (piquete), com auxílio de moldura metálica de 0,5 x 0,5 m, nos pontos médios da altura e, nos piquetes arborizados, foram coletadas três amostras na faixa de árvores a fim de representar a variação da influência das árvores no dossel forrageiro. As plantas foram cortadas manualmente com auxílio de tesouras, a 5 cm de altura do solo e, em seguida, pesadas e separadas em duas sub-amostras no laboratório. Em uma das sub-amostras foi feita a separação das frações verde e morta. Na fração verde foram contados os números de perfilhos (vegetativos e reprodutivos), para se estimar a densidade populacional destes. Logo após esta fração foi separada em folha e colmo + bainha foliar. Em seguida os materiais [sub-amostra inteira, lâminas foliares, colmo (colmo + bainha) e material morto] foram secos em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas, para determinação de seus teores de matéria seca, e estimativas das massas secas das respectivas frações.

As densidades volumétricas da forragem ($\text{kg ha}^{-1} \text{cm}^{-1} \text{MS}$) foram estimadas com base nos valores dos quocientes obtidos pela divisão das massas de forragem pelas respectivas alturas médias dos dosséis.

Para a estimativa do acúmulo de forragem foram utilizadas gaiolas de exclusão (0,49 m^2) (PEDREIRA, 2002). O acúmulo foi estimado com frequência de 21 dias de exclusão, em três pontos por piquete, sendo que nos piquetes arborizados um ponto foi alocado na faixa de árvore a fim de estimar o acúmulo sob a influência do sombreamento arbóreo. A escolha do ponto de exclusão foi tomada com base na altura média do pasto, avaliada sempre no mesmo dia da escolha dos locais de amostragem. No dia zero (fixação das gaiolas), para cada gaiola a ser fixada, dois locais semelhantes foram escolhidos. Em um dos locais a gaiola foi fixada e no outro local, a forragem contida no interior de uma moldura metálica de 0,5 x 0,5 m foi cortada, pesada, e separadas suas frações (material verde e morto). Os materiais foram, então, secos em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas, para determinação dos respectivos teores de matéria seca, e estimativas suas massas secas. Decorridos 21 dias, a massa de forragem acumulada dentro da gaiola também foi cortada manualmente com auxílio de delimitação por uma moldura metálica de 0,5 x 0,5 m. O preparo desta amostra foi feito da mesma forma que a amostra anterior. Passados sete dias desta avaliação, as gaiolas foram realocadas e um novo ciclo de 21 dias se iniciou, seguido de outro período de sete dias sem gaiolas, e assim sucessivamente até o final do período experimental. O acúmulo de forragem foi estimado pelo método agrônômico da diferença (DAVIES et al., 1993), conforme a equação:

$$AF = MF_f - MF_i$$

sendo: AF = acúmulo de forragem; MF_f = massa de forragem, sob a gaiola, no último dia de exclusão (21º dia); MF_i = massa de forragem na colocação das gaiolas (1º dia).

2.8 Análise Estatística

Os dados experimentais foram analisados pelo programa estatístico SAS® (Statistical Analysis System) versão 9.0 para Windows®. A pressuposição de normalidade dos erros foi analisada através do PROC UNIVARIATE. As análises de variância foram realizadas empregando-se o modelo PROC MIXED definido por:

$$y_{ijk} = \mu + \beta_i + \gamma_j + e_{ijk}$$

em que y_{ijk} : valor observado referente à k-ésima repetição do i-ésimo efeito fixo ao j-ésimo efeito aleatório; μ : média das observações; β_i : efeito do i-ésimo fator fixo; γ_j : efeito do j-ésimo fator aleatório no i-ésimo fator fixo; e_{ijk} : efeito do erro aleatório associado a observação y_{ijk} .

Os efeitos de sistemas, estações do ano e suas interações foram considerados como fixos e, como efeitos aleatórios, foram considerados o de blocos e o erro experimental entre unidades e o erro para a mesma unidade no tempo. A escolha de matriz de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o LSMEANS e comparadas por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”), usando o teste t de Student e nível de probabilidade de 5%.

3 RESULTADOS

O percentual médio de sombreamento no sistema silvipastoril durante o período experimental, em relação às condições de sol pleno, foi de 46%.

Os valores de *F* calculados e as significâncias (*P*) para as características estruturais e produtivas do pasto de *Urochloa decumbens*, de acordo com os tratamentos, estação e a interação sistema x estação, são apresentados na Tabela 2. Somente houve significância ($p \leq 0,05$) para o acúmulo e taxa de acúmulo. Já os componentes estruturais massa de forragem, porcentagem de lâminas foliares na massa de forragem, massa seca de colmos, massa seca de material morto e a densidade volumétrica da forragem variaram ($p \leq 0,05$) com os tipos de sistemas. Enquanto que houve efeito de estação do ano ($p \leq 0,05$) para as porcentagens de lâminas foliares e de colmos na massa de forragem. As variáveis massa seca de lâminas foliares e porcentagem de material morto na massa de forragem não variaram ($p > 0,05$) com nenhum dos efeitos fixos: tipo de sistema, estação e interação sistema x estação.

Tabela 2 Valores de *F* e *P* calculados para características produtivas e estruturais do pasto de *Urochloa decumbens* de acordo com o sistema, a estação e a interação sistema x estação.

	Sistema		Estação		Sistema x Estação	
	<i>F</i>	p	<i>F</i>	p	<i>F</i>	p
ALT ¹	5,26	0,14	62,68	0,001	1,19	0,33
MF ²	15,92	0,05	0,00	0,96	1,26	0,32
%LF ³	40,84	0,02	25,79	0,007	3,98	0,11
MSLF ⁴	12,12	0,07	3,60	0,13	5,38	0,08
%C ⁵	2,61	0,25	8,84	0,04	0,50	0,52
MSC ⁶	17,67	0,05	1,31	0,32	1,92	0,24
%MM ⁷	11,87	0,07	1,38	0,31	4,09	0,11
MSMM ⁸	17,11	0,05	0,17	0,70	0,12	0,74
RFC ⁹	15,57	0,06	35,51	0,004	0,58	0,48
DVF ¹⁰	15,41	0,05	1,16	0,34	1,48	0,29
AF ¹¹	7,32	0,11	21,18	0,01	8,82	0,04
TAF ¹²	8,30	0,10	25,22	0,007	10,04	0,03
DPP ¹³	6,66	0,12	21,61	0,01	1,14	0,35
%PV ¹⁴	0,13	0,75	32,90	0,005	0,51	0,51
%PR ¹⁵	0,13	0,75	32,90	0,005	0,51	0,51

¹ALT= altura do dossel (cm); ²MF= massa de forragem (kg ha⁻¹ MS); ³%LF= porcentagem de lâminas foliares na massa de forragem (%); ⁴MSLF= massa seca de lâminas foliares (kg ha⁻¹ MS); ⁵%C= porcentagem de colmos na massa de forragem (%); ⁶MSC= massa seca de colmos (kg ha⁻¹ MS); ⁷%MM= porcentagem de material morto na massa de forragem (%); ⁸MSMM= massa seca de material morto (kg ha⁻¹ MS); ⁹RFC= relação folha:colmo; ¹⁰DVF= densidade volumétrica da forragem (kg ha⁻¹ cm⁻¹); ¹¹AF= acúmulo de forragem (kg ha⁻¹); ¹²TAF= taxa de acúmulo de forragem (kg ha⁻¹ dia⁻¹); ¹³DPP= densidade populacional de perfilhos (perfilhos m⁻²); ¹⁴%PV= porcentagem de perfilhos vegetativos (%); ¹⁵%PR= porcentagem de perfilhos reprodutivos (%).

Na Tabela 3 estão apresentados os dados médios referentes às variáveis que foram influenciadas pelos tipos de sistema. Verifica-se que dentre os componentes estruturais do

pasto que se diferenciaram entre os tipos de sistema, somente a porcentagem de lâminas foliares na massa de forragem foi favorecida pelo sistema silvipastoril, apresentando maior média em comparação ao sistema pastoril. Já para os demais componentes (MF, %LF, MSC, MSMM e DVF) foram obtidos maiores valores para o sistema pastoril (Tabela 3).

Tabela 3 Massa de forragem (MF), porcentagem de lâminas foliares na massa de forragem (%LF), massa seca de colmos (MSC), massa seca de material morto (MSMM) e densidade volumétrica da forragem (DVF) de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoril e pastoril.

	Sistema ¹	
	Silvipastoril	Pastoril
MF (kg ha⁻¹ MS)	2182 ± 223 b	3445 ± 223 a
%LF (%)	32,8 ± 0,27 a	30,2 ± 0,27 b
MSC (kg ha⁻¹ MS)	1088 ± 95 b	1657 ± 95 a
MSMM (kg ha⁻¹ MS)	379 ± 61 b	739 ± 61 a
DVF (kg ha⁻¹ cm⁻¹)	64 ± 5,9 b	97 ± 5,9 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pela PDIFF. Os valores representam as médias ± o desvio padrão médio entre as duas estações avaliadas durante os anos de 2011 a 2014.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios referentes às variáveis que apresentaram diferença significativa entre as estações. As estações do ano afetaram as variáveis estruturais do pasto (altura, porcentagem de lâminas foliares, porcentagem de colmos, relação folha:colmo, densidade populacional de perfilhos, porcentagem de perfilhos vegetativos e porcentagem de perfilhos vegetativos). A altura dos pastos, porcentagem de colmos e porcentagem de perfilhos reprodutivos foram maiores durante o verão, enquanto que foram obtidos maiores valores para as demais variáveis durante o outono (Tabela 4).

Tabela 4 Altura do dossel (ALT), porcentagem de lâminas foliares na massa de forragem (%LF), porcentagem de colmos (%C), relação folha:colmo (RFC), densidade populacional de perfilhos (DPP), porcentagem de perfilhos vegetativos (%PV) e porcentagem de perfilhos reprodutivos (%PR) em pastos de *Urochloa decumbens* durante verão e outono de 2011 a 2014.

	Estação ¹	
	Verão	Outono
ALT (cm)	37,2 ± 0,32 a	33,3 ± 0,32 b
%LF (%)	29,4 ± 0,46 b	33,6 ± 0,46 a
%C (%)	50,7 ± 0,46 a	47,7 ± 0,84 b
RFC	0,59 ± 0,01 b	0,72 ± 0,01 a
DPP (perfilhos m⁻²)	562 ± 29 b	795 ± 29 a
%PV (%)	85 ± 1,3 b	95 ± 1,3 a
%PR (%)	15 ± 1,3 a	5 ± 1,3 b

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pela PDIFF. Os valores representam as médias ± o desvio padrão médio entre os dois tipos de sistemas avaliados durante os anos de 2011 a 2014.

A massa seca de lâminas foliares (média de 881 kg ha⁻¹ MS) e a porcentagem de material morto na massa de forragem (média de 68%) não foram influenciadas ($p \geq 0,05$) por nenhum dos efeitos fixos, na Tabela 5 estão apresentados os dados médios referentes ao acúmulo de forragem (AF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF) que apresentaram interações significativas entre os tratamentos e as estações do ano. Verifica-se que somente houve

diferença entre estações para ambas as variáveis (AF e TAF) no sistema Silvipastoril, com menores valores obtidos no outono.

Tabela 5 Acúmulo de forragem (AF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF) de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoril e pastoril durante verão e outono de 2011 a 2014.

Sistema	Estação	AF (kg ha ⁻¹) ¹	TAF (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹) ¹
Silvipastoril	Verão	1330 ± 113 a	62 ± 5 a
	Outono	808 ± 113 b	38 ± 5 b
Pastoril	Verão	1518 ± 113 a	72 ± 5 a
	Outono	1405 ± 113 a	67 ± 5 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pela PDIFF. Os valores representam as médias ± o desvio padrão médio entre os dois tipos de sistemas avaliados dentro das duas estações, durante os anos de 2011 a 2014.

4 DISCUSSÃO

O estiolamento de plantas submetidas ao sombreamento é um mecanismo pelo qual a planta busca luz pela elevação de suas folhas no dossel. Resultados obtidos em outros estudos revelam aumento da altura da planta com o sombreamento (ALVIM et al., 2005; PACIULLO et al., 2008) e isto parece ser uma tendência geral em plantas cultivadas à sombra, sendo uma estratégia comum de se compensar a redução de luminosidade. Porém, a similaridade entre as alturas dos pastos ($p \geq 0,05$) de ambos os sistemas revela que, com o ajuste da taxa de lotação, não houve diferença de manejo dos pastos entre os sistemas avaliados. O que evidencia a manutenção da altura meta em sistemas silvipastoris manejados sob o método de lotação contínua, quando adotado o adequado ajuste da taxa de lotação nos mesmos.

As menores massas de forragem e massas secas de colmos e de material morto, além das maiores densidades volumétricas da forragem obtidas no sistema silvipastoril que no pastoril, evidenciam melhor composição morfológica para o silvipastoril, comprovada pela maior participação de lâminas foliares (%LF) na massa de forragem (Tabela 3).

De acordo com Reich et al. (1991), as espécies tolerantes à sombra apresentam maior longevidade das folhas, mantêm suas folhas verdes por um período mais longo e aumentam seu potencial de retorno fotossintético, compensando a redução da radiação incidente, fato este que explica a maior proporção de lâminas foliares na massa de forragem no sistema silvipastoril. Além disso, como as folhas permanecem verdes por mais tempo há menor renovação do material, o que explica a menor massa seca de material morto no sistema silvipastoril (Tabela 3). Somado a isso, deve-se considerar que o aumento da longevidade das folhas acarretado pelo sombreamento pode influenciar a produtividade ao reduzir as taxas de crescimentos das plantas (GOBBI et al., 2009), aumentar o tempo de vida das folhas (REICH et al., 1991), diminuir a taxa de aparecimento e alongamento de folhas, a taxa de senescência e ainda, pode interferir nas taxas de perfilhamento.

A menor massa seca de colmos registrada no sistema silvipastoril em relação ao sistema pastoril (Tabela 3) reflete o menor desenvolvimento das plantas decorrente do sombreamento, visto que as demais condições ambientais (água e temperatura) eram satisfatórias para o desenvolvimento da forragem (Figura 1).

Apesar da menor massa de forragem obtida no sistema silvipastoril (2182 kg ha⁻¹ MS), 32,8% são lâminas foliares (Tabela 3), resultando em maior oferta de folhas verdes para o pastejo animal. Assim, o sistema pastoril apresentou maior massa de forragem (3445 kg ha⁻¹ MS), porém com menor proporção de lâminas foliares na massa de forragem, além de maiores massas secas de colmos e de material morto (Tabela 3). Sendo assim, pode-se inferir que os perfilhos do sistema silvipastoril apresentam menor densidade de massa, visto que, em condições de baixa irradiância, as plantas investem relativamente maior proporção de fotoassimilados e outros recursos no aumento da área foliar, apresentando maior área foliar efetiva e folhas com menor densidade de massa. Geralmente essas alterações visam aumentar a área de captação da luz incidente, melhorando a eficiência fotossintética da planta (LAMBERS et al., 1998).

Segundo Rao et al. (1998), a luz é o principal fator de competição entre as plantas em sistemas silvipastoris estabelecidos em regiões tropicais com boa disponibilidade de água. De acordo com Dias-Filho (2002), como a restrição de radiação fotossinteticamente ativa pode diminuir as taxas fotossintéticas de forrageiras que apresentam a via fotossintética C4, o sombreamento pode provocar queda da massa de forragem. De fato, esse padrão foi observado no presente trabalho em que se obteve menor massa de forragem no sistema

silvipastoril onde foi imposto um nível de sombreamento de 46% em relação ao sistema pastoril (Tabela 3). Contudo, de acordo com Macedo et al. (2010) a *Urochloa decumbens* é considerada tolerante ao sombreamento e, quando submetida a baixas intensidades de luz, é capaz de manter ou aumentar a produção comparada ao pleno sol. Sendo assim, podemos inferir que tal nível de sombreamento imposto no presente estudo não é apropriado para *Urochloa decumbens*, uma vez que Paciullo et al. (2011) relatam resultados obtidos na mesma área experimental durante os anos de 2004 a 2007, em que as massas de forragem foram semelhantes entre o sistema silvipastoril e o sistemas pastoril. Contudo, no trabalho citado, a porcentagem média de sombreamento foi de 29% em relação ao pleno sol, o que foi considerado um nível moderado de sombra pelos autores.

Somado ao nível de sombreamento imposto às plantas no sistema silvipastoril, é importante considerar também a qualidade da luz incidente. Através das copas das árvores pode ocorrer a filtragem de radiação solar nas ondas do azul ao vermelho, pelas folhas de plantas mais altas, situação esta que diminui a proporção de luz fotossinteticamente ativa que chega ao sub-bosque (WILSON & LUDLOW, 1990). Dessa forma, plantas que sobrevivem em estratos inferiores experimentam não somente uma redução na quantidade de radiação incidente, mas também uma alteração na qualidade espectral da luz (SCHMITT & WULFF, 1993).

Entre as estações, características estruturais do pasto e as porcentagens de lâminas foliares e de colmos na massa de forragem apresentaram médias desfavoráveis durante o verão (Tabela 4). Provavelmente, esse resultado é consequência da falta de manejo adequado que a área experimental esteve submetida antes do início de cada avaliação de verão. Além disso, as adubações de manutenção eram realizadas sempre nos meses de janeiro e março de cada ano, refletindo seu efeito no outono. Sendo a estrutura o resultado de adaptações das plantas ao ambiente e ao pastejo, esta se modifica também ao longo do ano em função de variações na disponibilidade de fatores de crescimento (água, luz, nutrientes) e do estágio fisiológico das plantas (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). Tal fato justifica os resultados apresentados na Tabela 4.

Os maiores valores de altura dos pastos e de porcentagem de colmos na massa de forragem, aliados aos menores valores de lâminas foliares e de relação folha colmo durante o verão em relação ao outono (Tabela 4), se devem ao menor controle da estrutura dos dosséis dos pastos em função do maior crescimento das plantas nesta estação em relação ao outono, potencializado pelas adubações de manutenção realizadas sempre nos meses de janeiro e março de cada ano, e pelo maior auto sombreamento causado em pastos mais altos, o que pode ter resultado nas menores densidades populacionais de perfilhos (DPP) também verificadas no verão. Aliado a isto a maior porcentagem de perfilhos reprodutivos e menor de perfilhos vegetativos durante o verão em relação ao outono (Tabela 4) também pode ter levado às menores DPP durante o verão.

De acordo com Skinner e Nelson (1995), as folhas emergem de um pseudo-colmo curto, têm uma rápida emergência e atingem pequenos comprimentos, e as folhas subsequentes, como devem fazer um percurso mais longo para emergir, alcançam comprimentos maiores. Um processo importante para a restauração da área foliar após corte ou pastejo, e que garante a perenidade do pasto (GOMIDE & GOMIDE, 2001). Assim sendo, a não significância da massa seca de lâminas foliares para sistemas, estações e suas interações, revela que a luz incidente não foi um fator comprometedor para seu desenvolvimento durante as estações avaliadas, uma vez que a média foi semelhante entre os tratamentos durante o período experimental (881 kg ha⁻¹ MS).

A estrutura do dossel é o resultado de respostas morfofisiológicas das plantas desencadeadas em nível de perfilho para adaptarem-se ao ambiente como população, assim como em resposta ao manejo do pastejo (LEMAIRE, 2001). Estas adaptações ocorrem através

de modificações da parte aérea das plantas dentro de uma comunidade (LACA & LEMAIRE, 2000) e pode ser caracterizada pela densidade volumétrica da forragem. O resultado da densidade volumétrica está refletindo, no caso do presente estudo, a massa de forragem (Tabela 3) já que a altura não apresentou significância ($p \geq 0,05$) na comparação entre os sistemas (média de 35,2 cm).

A relação folha:colmo é um importante indicador estrutural das forrageiras, pois quanto maior a proporção de lâminas foliares, maior o valor nutritivo da forragem, além disso, o sombreamento pode alterar a relação em função de efeito na partição de nutrientes. Apesar disso, não se observou alteração da relação folha:colmo entre os sistemas ($p \geq 0,05$), somente entre as estações (Tabela 4) com maior média no outono (média de 0,72). A relação folha:colmo é consequência do resultado da massa seca de lâminas foliares, que também não apresentou significância entre sistemas, e do resultado da massa seca de colmos, que foi menor no sistema silvipastoril (Tabela 3). Dessa maneira, pode-se inferir que para as condições deste trabalho a planta não utilizou do mecanismo de estiolamento, que é uma das estratégias utilizadas por plantas sombreadas como forma de aumentar a estatura e captação de luz.

Analisando os resultados de acúmulo de forragem e taxa de acúmulo de forragem, observa-se que os sistemas apresentaram distinção entre si somente durante o outono, manifestando menor média para o sistema silvipastoril (Tabela 5). De fato, o sombreamento proporcionado pelas árvores reduz o acúmulo de forragem e, conseqüentemente, a taxa de acúmulo de forragem. Isso pode ser explicado pelo fato das gramíneas de clima tropical serem plantas do grupo de metabolismo C4. As quais possuem características de serem responsivas a grande quantidade de radiação, e conseqüentemente mais produtivas na condição de sol pleno. Observando o desempenho da braquiária em relação às estações, nota-se que houve discrepância entre estas somente no sistema silvipastoril. Os menores valores obtidos no sistema silvipastoril durante o outono podem ser atribuídos aos principais fatores de crescimento da planta: luz, água e temperatura. A temperatura média do outono foi de 20°C contra 24,5°C do verão, e a precipitação média do outono foi de 52mm contra 158mm do verão (Figura 1), além do, balanço hídrico negativo ocorrido durante os meses relativos ao outono (Figura 2). Contudo, apesar do sistema silvipastoril ser reconhecidamente um sistema que, além de outras vantagens, cria um microclima e retém umidade no solo por mais tempo permitindo o desenvolvimento da planta por um período maior, o grau de sombreamento imposto no presente estudo (46%) não favoreceu o crescimento da *Urochloa decumbens*, mesmo com todos os benefícios proporcionados pelo sistema silvipastoril.

5 CONCLUSÕES

O nível de 46% de sombreamento no sistema silvipastoril reduz o acúmulo de forragem da braquiária decumbens.

A restrição de luz do sistema silvipastoril altera a composição morfológica do pasto e as estações alteram a maioria das características estruturais do pasto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.G.; BARBOSA, R.A.; ZIMMER, A.H.; et al. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: SERRA, A.D. **Sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2012. p.87-94.
- ALVIM, M.J.; CARVALHO, M.M.; XAVIER, D.F. et al. Efeito de diferentes porcentagens de sombreamento sobre uma pastagem de *Brachiara decumbens*. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 19., 2005, Tampico. **Archion Latinoamerican Production Animal**. México, 2005. p.475-477.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.263-270, 2004.
- AROEIRA, L.J.M.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F. et al. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Urochloa decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.413-418, 2005.
- BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L.A.M.; PORFÍRO-DA-SILVA, V. et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1-12, 2011.
- CARVALHO, M.M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 1., 2001, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.85-108.
- CARVALHO, M.M. **Importância da sombra natural em pastagens cultivadas**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicales**, v. 17, p.24-30, 1995.
- DAVIES, D.A.; FORTHERGILL, M.; MORGAN, C.T. Assessment of contrasting perennial ryegrass, with and without white clover, under continuous sheep stocking in the uplands: 5. herbage production, quality and intake in years 4-6. **Grass and Forage Science**, v.48, p.213-222, 1993.
- DIAS-FILHO, M.B. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.439-447, 2002.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353p.
- GARCEZ-NETO, A.F.; GARCIA, R.; MOOT, D.J. et al. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.42-50, 2010.

- GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ-NETO, A.F. et al. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1645-1654, 2009.
- GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.808-825.
- 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.
- LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Eds.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CABI Publication, 2000. p.103-121.
- LAMBERS, H.; CHAPIM III, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 1998. 540p.
- LEMAIRE, E., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, I., ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. p.3-36, 1996.
- LEMAIRE, G. Ecophysiological of Grasslands: dynamics aspects of forage plant population in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba **Proceeding...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.29-37.
- MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em Sistemas Agroflorestais**. Lavras: UFLA, 2010. p.210-275.
- 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 a estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.317-323, 2008.
- PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.573-579, 2007.
- PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; GOMIDE, C.A.M. et al. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, v.67, p.401-407, 2010.
- PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M. et al. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.270-276, 2011.
- PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; MALAQUIAS JUNIOR, J.D. et al. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1528-1535, 2009.
- PEDREIRA, C.G.S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.

- RAO, M.R.; NAIR, P.K.; ONG, C.K. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v.38, n.1, p.3-50, 1998.
- REICH, P.B.; WALTERS, M.B.; ELLSWORTH, D.S. Leaf lifespan as a determination of leaf structure and function among 23 tree species in Amazonian forest communities. **Oecologia**, v.86, p.16-24, 1991.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, GOMES, V.M. et al. Características estruturais do capim-braquiária sob regimes de lotação contínua com bovinos. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, p.1-10, 2010.
- SCHMITT, J.; WULFF, R.D. Light spectral quality, phytochrome and plant competition. **Tree Physiology**, v.8, p.47-51, 1993.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, p.4-10, 1995.
- SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.443-451, 2009.
- WILSON, J.R.; LUDLOW, M.M. The environment and potential growth of herbage under plantation. In: WORK SHOP, 32., 1990, Sanur Beach. **Proceeding...** Sanur Beach: Australian Center for International Agricultural Research, 1990. p.10-24.
- WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, v.22, p.1079-1106, 1993.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DA *Urochloa decumbens* Stapf. E DESEMPENHO DE NOVILHAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL

RESUMO

O manejo inadequado das pastagens tem originado áreas degradadas das mesmas e, como opção para recuperação dessas tem sido proposto a utilização de sistemas silvipastoris (SSP), devido aos seus comprovados benefícios à fertilidade do solo, qualidade da forragem e conforto térmico animal, além de proporcionar diversificação de renda para o produtor. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o valor nutritivo da forragem, o desempenho e a emissão do metano entérico de novilhas leiteiras mantidas em pastos de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoril sob lotação contínua durante o verão e outono. Utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com dois tratamentos e três repetições. Os tratamentos corresponderam ao tipo de sistema avaliado (silvipastoril ou pastoril), e cada repetição consistiu de um piquete de 1,5 ha. Os tratamentos foram mantidos sob lotação contínua durante duas estações do ano (verão e outono) durante os anos de 2011 a 2014. Foram realizadas as seguintes avaliações: medidas da radiação fotossinteticamente ativa, composição bromatológica (matéria seca – MS; proteína bruta – PB; fibra insolúvel em detergente neutro – FDN; fibra insolúvel em detergente ácido – FDA; e lignina - LIG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da amostra colhida no pastejo simulado, taxa de lotação (TL), consumo de matéria seca (CMS), ganho diário de peso dos animais (GDP) e produção de metano entérico (CH₄). As análises de variância foram realizadas por meio do PROC MIXED do SAS[®]. As médias foram estimadas pelo “LSMEANS” e a comparação feita por meio do “PDIF” (p≤0,05). O nível médio de sombreamento foi de 46%. Somente houve efeito de interação entre sistemas e estações do ano (p≥0,05) para LIG, com maior teor de LIG durante o outono em ambos os sistemas (média de 4,6%). Somente o teor de PB foi influenciado pelo tipo de sistema (p≤0,05), com maior valor para o sistema silvipastoril (11%) do que para o pastoril (7%). Menores teores de MS, FDN, FDA (92,4%, 68,8% e 33,9%, respectivamente), e maiores de PB (10,1%), DIVMS (58,8%), TL (1,5 UA ha⁻¹) e CH₄ (232,5 gCH₄ dia⁻¹, 84,8 kgCH₄ ano⁻¹, 0,15 gCH₄ UA ha dia⁻¹ e 105,3 LCH₄ kgMS dia⁻¹) foram obtidos no verão. Já o GDP e o CMS não foram influenciados (p≥0,05) pelas fontes da variação estudadas, com obtenção de valores médios de 0,421 kg novilha⁻¹dia⁻¹ e 3,12 %PC, respectivamente. Sistemas silvipastoris com eucalipto e nível 46% de sombreamento promovem maior teor de PB do pasto de *Urochloa decumbens* que aquele pastoril. O valor nutritivo e o CMS da forragem da braquiária decumbens, o desempenho e a emissão do metano entérico de novilhas leiteiras mantidas em pastos de *Urochloa decumbens* sob lotação contínua, não são alterados em sistemas silvipastoris que conferem um grau de sombreamento de 46%. Maior valor nutritivo da forragem e maiores taxas de lotação, e maior produção de metano entérico são verificados durante o verão do que no outono para os sistemas pastoril e silvipastoril.

Palavras-chave: Composição bromatológica. Gases de efeito estufa. Lotação contínua.

ABSTRACT

The inadequate management of pastures has resulted in degraded areas and, as an option for recovery of these areas has been suggested the use of silvopastoral systems (SPS) which increase soil fertility, improve forage quality, promote thermal comfort, and provide diversification of income to the producer. The aim of this study was the nutritional value of forage, performance and emission of enteric methane of dairy heifers kept in *Urochloa decumbens* pastures in silvopastoral systems under continuous stocking during the summer and fall. The experimental design was a randomized complete block design in a split plot with two treatments and three replications. The treatments correspond to the type of evaluated system (silvopastoral or pastoral). Each repetition is a paddock of 1.5 ha. The treatments were maintained under continuous stocking for two seasons (summer and fall) during the years from 2011 to 2014. The following evaluations were performed: measurements of photosynthetically active radiation, bromatologic composition (dry matter – DM; crude protein – CP; insoluble neutral detergent fiber – NDF; insoluble acid detergent fiber – ADF; lignin – LIG) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of the sample in simulated grazing, stocking rate (SR), dry matter intake (DMI), daily weight gain of animals (DWG) and the production of enteric methane (CH₄). Variance analyses were performed using PROC MIXED of SAS[®]. The averages were estimated by "LSMEANS" and the comparison made by the "PDIF" ($p \leq 0.05$). The average level of shading was 46%. Lower DM, NDF, ADF (92.4%, 68.8% and 33.9%, respectively), and largest CP (10.1%), IVDMD (58.8%), SR (1.5 UA ha⁻¹) and CH₄ (232.5 gCH₄ day⁻¹, 84.8 kgCH₄ year⁻¹, 0.15 gCH₄ AU ha day⁻¹ e 105.3 LCH₄ kgDM day⁻¹) were obtained in summer. The DWG and the DMI were not influenced ($p \geq 0.05$) by the sources of variation, with obtaining average values of 0.421 kg Heifer⁻¹ day⁻¹ and 3.12%, respectively. Silvopastoral systems with eucalyptus and level 46% shading promote higher CP content of *Urochloa decumbens* pasture than this pastoral. The nutritional value and DMI of forage *Urochloa decumbens*, performance and emission of enteric methane dairy heifers kept in *Urochloa decumbens* pasture under continuous stocking, are not changed in silvopastoral systems that provide a degree of shading of 46%. Higher nutritional value of forage and higher stocking rates, and increased production of enteric methane are checked during the summer than in the fall for pastoral and silvopastoral systems.

Key words: Bromatologic composition. Greenhouse gases. Stocking continues.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas silvipastoris são associações de espécies arbóreas, forrageiras, e herbívoros em uma mesma área, trazendo diversos benefícios aos componentes do sistema. Esse tipo de sistema se caracteriza por apresentar opções agroecológicas que incluem em seus conceitos referências aos principais componentes da sustentabilidade, ou seja, o econômico, o social e o ambiental (SOUSA et al., 2007). Os sistemas de produção animal, além de produtivos, devem ser sustentáveis, o que exige investimento em novas tecnologias e processos de produção ambientalmente viáveis. Sendo assim, a implantação de sistemas silvipastoris torna-se uma alternativa bastante promissora, pois pode contribuir para reduzir os problemas decorrentes do desmatamento e da degradação dos ecossistemas (MARTUSCELLO et al., 2009). Esses sistemas oferecem como vantagens a diversificação de culturas, produção de madeira e alimento, controle de erosão, aumento da fertilidade do solo, além do conforto térmico para os animais (BELSKY et al., 1993).

O sombreamento causado pelo extrato arbóreo modifica a estrutura de algumas espécies forrageiras, que se adaptam à condição de luminosidade reduzida. As plantas respondem aos níveis de irradiância por meio de adaptações genéticas e aclimação fenotípica (GOBBI et al., 2009). Corroborando com essa ideia, Lin et al. (1999) afirmaram que no sistema silvipastoril a sombra criada pelas árvores modifica significativamente o microclima do sub-bosque, afetando a qualidade da forragem produzida. O estudo do valor nutritivo do componente herbáceo de um sistema silvipastoril fornece elementos para melhor conhecer a interação das gramíneas com o extrato arbóreo. Por esta razão, estimar o valor nutritivo das plantas forrageiras é de grande importância prática para fornecer subsídios para melhorar a qualidade das pastagens ofertadas aos animais (DUPAS et al., 2010).

O consumo de forragem é o aspecto mais importante para sobrevivência dos animais e também o fator mais determinante dos sistemas de produção (BAILE & DELLA-FERRA, 1981), uma vez que 60 a 90% da variação no desempenho animal é função direta do consumo de matéria seca. Ou seja, o consumo voluntário de alimento pelo animal é o principal fator que afeta a eficiência com a qual os nutrientes ingeridos são utilizados. Quanto maior o consumo voluntário, maior será a produtividade dos animais e menores as exigências de nutrientes para cada unidade de produção animal (MERTENS, 2007).

O desempenho animal depende diretamente do consumo de matéria seca, e a produção animal é mais influenciada pelo consumo de matéria seca do que pelas variações na composição química ou disponibilidade dos nutrientes. Contudo, deve-se considerar que, forragens com valores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) em torno de 30% ou menos possuem consumo elevado, enquanto aquelas com teores acima de 40% causam redução no consumo (NOLLER et al., 1996).

As principais fontes de energia oferecidas aos ruminantes em produção são plantas forrageiras, seja na forma conservada (silagem ou feno), ou fresca (pastagens). Esse tipo de alimento possui elevado teor de fibras que sofre o processo de fermentação no rúmen do animal, o que leva à formação do gás metano (CH_4), e o CH_4 é um dos principais gases causadores do efeito estufa e possui grande participação nas emissões totais desses gases os quais causam o aquecimento global. Este representa 64% das emissões de gases do efeito estufa no setor agropecuário brasileiro. Desse CH_4 emitido neste setor, 90% são oriundos da fermentação entérica dos ruminantes (MCTI, 2014). Esse problema está ligado ao uso ineficiente dos sistemas de produção, inclusive no que diz respeito ao aproveitamento do

potencial produtivo das pastagens, uma vez que a produção de metano no rúmen representa uma forma de perda de energia pelo animal.

A intensidade da emissão de CH₄ oriunda de fermentação ruminal depende, principalmente, do consumo pelo animal e do grau de digestibilidade do alimento ingerido (CANESIN et al., 2014). Assim, o consumo de forrageiras tropicais que contém alto teor de fibras proporciona maior produção de CH₄ no rúmen e retículo (BERCHIELLI et al., 2012).

As emissões de CH₄ podem ser atenuadas adotando-se estratégias que aumentem o consumo e eficiência metabólica dos animais de forma que diminua as perdas de energia na forma desse gás produzido no rúmen. Em sistema silvipastoril, a sombra e a biomassa do componente arbóreo podem melhorar a fertilidade do solo, aumentar a disponibilidade de nutrientes para as forrageiras herbáceas e melhorar a qualidade de forragem (BERNARDINO & GARCIA, 2009). Contudo, apesar dos avanços no conhecimento sobre sistemas silvipastoris, ainda são escassas as informações em relação ao consumo de gramíneas tropicais de ciclo C4 e às emissões de CH₄ entérico nesses sistemas.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o valor nutritivo e o consumo da forragem da *Urochloa decumbens*, o desempenho e a emissão do metano ruminal de novilhas leiteiras mantidas em pastos de braquiária decumbens em sistemas silvipastoril sob lotação contínua, durante o verão e outono de 2011 a 2014.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos realizados no presente trabalho foram aprovados pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da Embrapa Gado de Leite – CEUA-EGL, sob o protocolo nº 02/2013.

2.1 Localização e Período Experimental

O experimento foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente à Embrapa Gado de Leite, localizado no município de Coronel Pacheco/MG, em áreas de topografia montanhosa, com declividade de aproximadamente 30%, a 21°33'22"S, 43°06'15"W e a 410 m de altitude. As avaliações foram realizadas nos verões e outonos de 2011 a 2014 em dois tipos de sistemas, um sistema silvipastoril constituído pela associação de *Eucalyptus grandis* com *Urochloa decumbens*, e um sistema pastoril (tratamento testemunha) caracterizado pelo monocultivo de *Urochloa decumbens*. Neste trabalho, foram considerados verões os meses de dezembro a março, e outonos os meses de abril a junho.

2.2 Histórico da Área Experimental

O sistema foi implantado em novembro de 1997, e foi constituído pelas espécies arbóreas *Acacia mangium*, *Acacia angustissima*, *Mimosa artemisiana* e *Eucalyptus grandis*.

Antes do plantio das espécies arbóreas, aplicaram-se 1.000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 600 kg ha⁻¹ de fosfato de Araxá, 250 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 30 kg ha⁻¹ de FTE BR-16 (3,5% de Zn, 1,5% de B, 3,5% de Cu e 0,40% de Mo). Para o estabelecimento das árvores, adotou-se o plantio em renques, cada um com quatro linhas, no espaçamento de 3x3 m. As faixas com árvores foram distanciadas em 30 m umas das outras, o que totalizou a densidade de 342 árvores por hectare. As faixas com espécies arbóreas foram implantadas no sentido norte-sul, de forma que as entre faixas permaneciam sombreadas durante algum período do dia. No momento da introdução das árvores, foi plantado o feijão-guandu (*Cajanus cajan*) entre as faixas arborizadas, a fim de efetuar sua incorporação ao solo como adubo verde, antes do florescimento das plantas.

O pasto de *Urochloa decumbens* s foi estabelecido no segundo ano, juntamente com a cultura do milho (*Zea mays* L.). Entre 1998 e 2000 a pastagem permaneceu vedada, a fim de se garantir o crescimento inicial das espécies arbóreas. Em setembro de 2001, a área foi dividida em oito piquetes de 0,5 ha. Entre os anos de 2001 e 2003, as pastagens foram utilizadas para o pastejo de vacas não lactantes, conforme descrito por Aroeira et al. (2005). No período de 2003 a 2007, a área foi manejada com novilhas leiteiras em regime de lotação intermitente, conforme relatado por Paciullo et al. (2009). As espécies mais representativas do sistema (90% das árvores), no período de 2007 a 2009, eram *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium*, que apresentavam, em 2008, diâmetros médios à altura do peito de 25,5 cm e 20 cm, e alturas médias de 21,7 m e 14,2 m, respectivamente.

Para o presente trabalho, a área foi dividida em seis piquetes de 1,5 ha cada, que foram utilizados por novilhas mestiças leiteiras sob regime de lotação contínua.

2.3 Solo da Área Experimental e Adubação

A área experimental é classificada como ondulada, e seu solo como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013). Foram realizadas análises químicas do solo antes de iniciar o período experimental (em setembro de 2011) de 0-10 cm de profundidade, e durante o último ano experimental (em março de 2014) de 0-20 cm de profundidade (Tabela 1). Durante o período experimental, foram realizadas adubações de manutenção nos meses de janeiro e março de cada ano, com doses de 32 kg ha⁻¹ de N; 8 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 32 kg ha⁻¹ de K₂O. A opção por não realizar a calagem foi adotada a fim de caracterizar a realidade dos produtores da região, além de observar qual a contribuição das árvores para a manutenção dos níveis de fertilidade do solo.

Tabela 1 Características químicas de amostras do solo da área experimental, amostrado em setembro de 2011 e março de 2014.

Atributo	Sistema			
	Silvipastoril		Pastoril	
	Setembro/2011	Março/2014	Setembro/2011	Março/2014
pH (H ₂ O)	4,4	4,4	4,9	4,5
P (mg dm ⁻³)	4,62	1,93	2,92	1,06
K ⁺ (mg dm ⁻³)	43,37	37,8	49,7	41,6
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,43	0,36	0,45	0,33
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,26	0,26	0,22	0,23
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,27	0,68	0,95	0,43
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	7,34	5,08	5,98	4,51
CTC _{efetiva} (cmol _c dm ⁻³)	2,08	1,41	1,75	1,11
CTC _{pH 7,0} (cmol _c dm ⁻³)	8,15	5,87	6,78	5,19
V (%)	10,0	13,2	11,5	13,3

2.4 Dados Meteorológicos

O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (mesotérmico), com estação seca e chuvosa bem definida. Os dados climáticos do período experimental foram coletados no posto meteorológico do Campo Experimental, distante cerca de 1.000 m da área experimental (Figura 1), os quais deram origem ao balanço hídrico deste mesmo período (Figura 2). De 2011 a 2014, foram registradas as precipitações médias de 158 mm durante o verão e de 52 mm durante o outono, e as temperaturas médias máxima e mínima do ar foram de 30°C e 19°C durante o verão, e de 25°C e 15°C durante o outono, respectivamente.

2.5 Manejo dos Piquetes

Os piquetes foram manejados segundo o método de lotação contínua. Cada piquete foi pastejado por três novilhas mestiças Holandês x Zebu (animais de prova), de peso vivo inicial médio de 150 kg, perfazendo um total de 18 animais de prova. Animais reguladores foram colocados e retirados de cada piquete, de acordo com a altura média pré-adotada para os pastos (30cm ± 5cm). Os animais foram selecionados dentro do próprio rebanho do Campo Experimental José Henrique Bruschi.

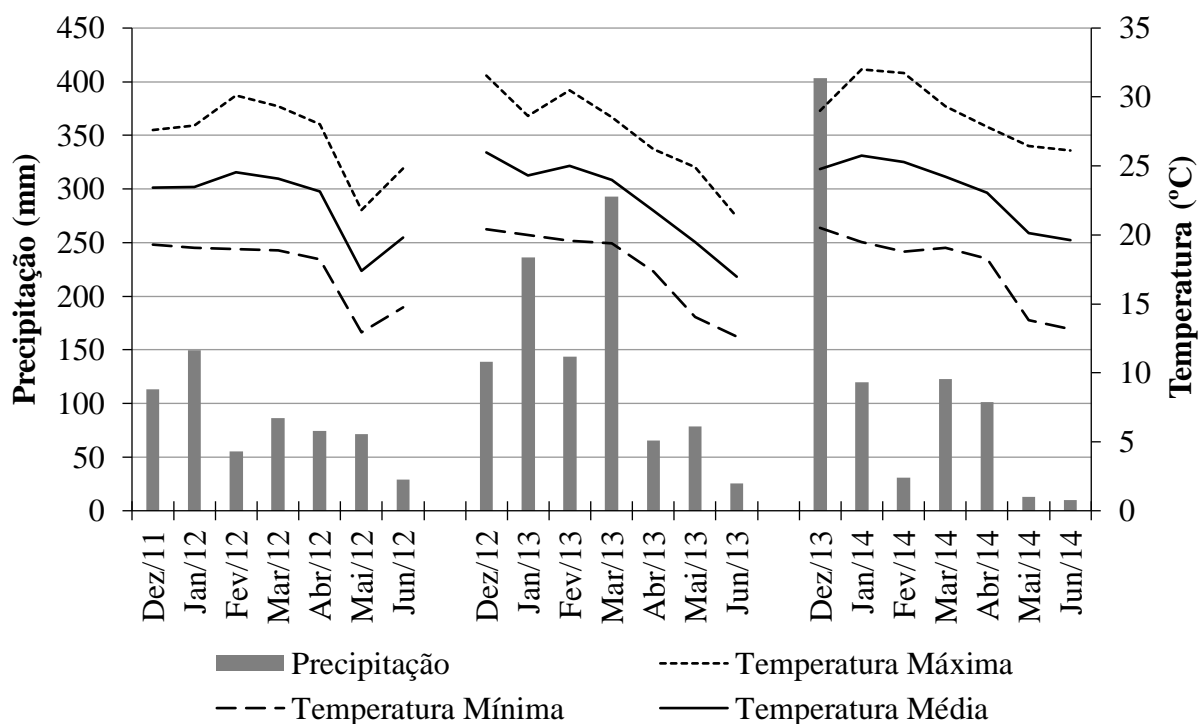


Figura 1 Precipitação e temperaturas máximas, mínimas e médias registradas durante o período experimental.

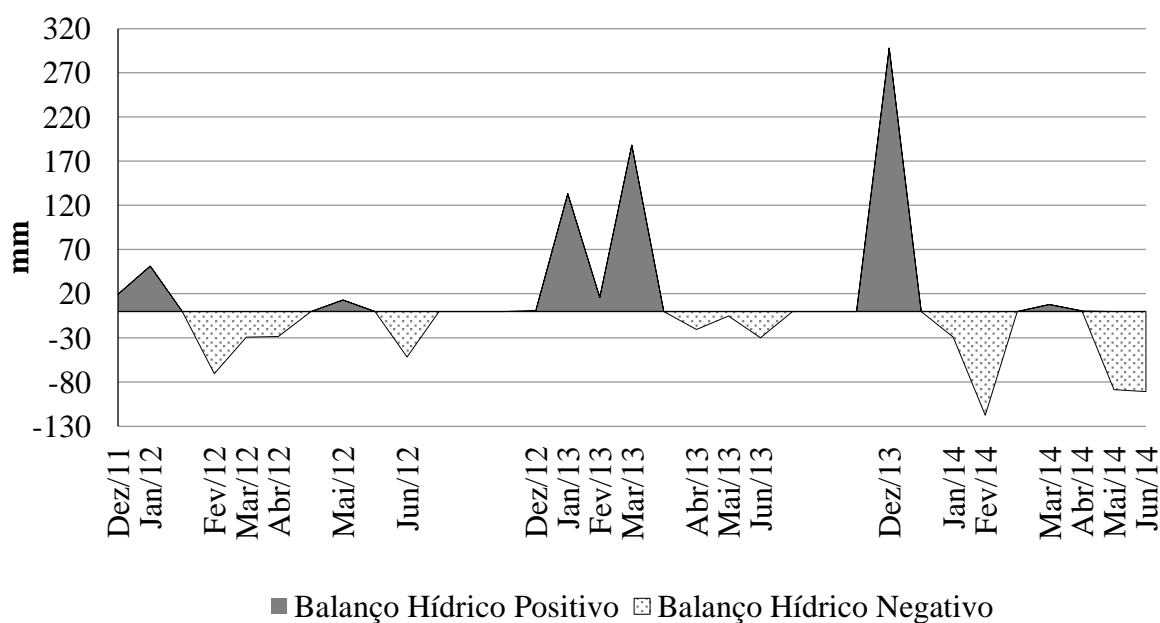


Figura 2 Balanço hídrico durante o período experimental.

2.6 Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos corresponderam ao tipo de sistema avaliado (silvipastoril ou pastoril), sendo três repetições por tratamento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com dois tratamentos e três repetições. Cada repetição

consistiu de um piquete de 1,5 ha. Os tipos de sistemas (silvipastoril e pastoril) corresponderam aos tratamentos, que foram avaliados sob medida repetida no tempo durante duas estações do ano (verão e outono) durante os anos de 2011 a 2014.

2.7 Variáveis Avaliadas

Para caracterizar o regime de luz no sistema silvipastoril foram realizadas medidas da radiação fotossinteticamente ativa, em dias de céu límpido, no verão e outono de cada ano experimental, em três momentos durante o dia (às 9, 12 e 15h), com auxílio de um ceptômetro, marca Accupar, modelo LP 80, (Decagon, Pullman, WA, EUA).

Para as determinações valor nutritivo, foi realizada a técnica de pastejo simulado descrita por Johnson (1978) a cada 30 dias. O pastejo simulado foi realizado em cada um dos piquetes. As determinações dos componentes químico-bromatológicos e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Gado de Leite. As amostras de forragem foram secas (55 °C por 72 horas), moídas e mantidas em recipientes de plástico identificadas para análises laboratoriais. As amostras foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS) pelo método 934.01, e proteína bruta (PB) pelo método 984.13 de acordo com a AOAC (1990). Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), e de lignina (LIG) foram analisados segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) e a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) de acordo com Tilley & Terry (1963).

A taxa de lotação (UA ha⁻¹) foi calculada com base nos pesos dos animais de prova acrescidos dos pesos adicionais dos animais reguladores durante o período que permaneceram nos piquetes, e na área total (ha) de cada tratamento, durante cada estação.

O consumo de matéria seca foi estimado pelo método indireto com a utilização do indicador externo óxido crômico (Cr₂O₃) associado à digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). As amostras utilizadas para análise de DIVMS foram as mesmas que do pastejo simulado. A partir do primeiro dia de cada avaliação, os animais de prova receberam uma dose diária de 10 g de óxido crômico, acondicionado em cartucho de papel toalha, pela manhã. Este procedimento foi repetido durante cinco dias (período de adaptação) e, a partir do sexto até o décimo dia, foram realizadas coletas de fezes diretamente no reto, concomitantes à aplicação do óxido crômico. Em todos os procedimentos, os animais foram conduzidos ao curral de manejo e contidos para realizar as aplicações e coletas. As amostras individuais foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e, ao final do período de coleta, homogeneizadas, obtendo-se amostras compostas por animal. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada (55 °C por 72 h), moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 1mm e armazenadas em potes de vidro devidamente identificados para posteriores análises laboratoriais. As amostras de fezes foram submetidas à digestão nitroperclórica. Após a digestão, o cromo foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica. A produção fecal (PF) foi calculada usando a fórmula: $PF = \text{Cromo administrado diariamente (g dia}^{-1}) / \text{cromo existente na MS fecal (g gMS}^{-1})$. O consumo diário de MS (CMS) foi estimado utilizando a fórmula, conforme indicado por Astigarraga (1997): $CMS (\text{g dia}^{-1}) = PF / (1 - (DIVMS^{-100}))$. Neste trabalho, os resultados de CMS foram expressos em porcentagem do peso corporal (%PC).

O ganho diário de peso dos animais foi usado para estimar o desempenho das novilhas. Para isso, os animais foram pesados à entrada no experimento e a cada 30 dias, após jejum de sólidos e líquidos de 12 horas. O ganho de peso médio diário dos animais de prova foi obtido pela diferença entre as pesagens, dividida por 30 (intervalo das pesagens), expresso em kg novilha⁻¹dia⁻¹.

Para quantificação do metano ruminal, foi utilizada a técnica desenvolvida pela Universidade de Washington, e adaptada no Brasil por Primavesi et al. (2004) que consiste em uma pequena cápsula de permeação contendo o gás hexafluoreto de enxofre (SF₆), com taxa de liberação conhecida, que foi inserida no rúmen do animal. A seguir, um cabresto equipado com tubo capilar foi ajustado na cabeça do animal e conectado a uma canga amostradora submetida previamente ao vácuo. A válvula fixada na canga foi aberta para iniciar a coleta do ar em torno do focinho e das narinas do animal a uma taxa constante de aspiração. O sistema amostrador foi calibrado para completar metade da capacidade de armazenamento da canga amostradora, aproximadamente 51 kPa (0,5 atm), no período de coleta pré-determinado (24 h). Após a amostragem, a pressão na canga foi medida precisamente, com medidor digital, e a canga foi pressurizada com nitrogênio de alta pureza para uma pressão de aproximadamente 122 kPa (1,2 atm). Essa pressurização foi necessária para diluir as amostras coletadas e sua injeção no equipamento de análise. As concentrações de CH₄ e SF₆ foram determinadas por cromatografia gasosa. A taxa de emissão de CH₄ foi calculada como sendo o produto da taxa de emissão da cápsula de permeação, localizado no rúmen, e a razão das concentrações de CH₄ sobre SF₆ na amostra.

2.8 Análise Estatística

Os dados experimentais foram analisados pelo programa estatístico SAS[®] (Statistical Analysis System) versão 9.0 para Windows[®]. A pressuposição de normalidade dos erros foi analisada através do PROC UNIVARIATE. As análises de variância foram realizadas empregando-se o modelo PROC MIXED definido por:

$$y_{ijk} = \mu + \beta_i + \gamma_j + e_{ijk}$$

em que y_{ijk} : valor observado referente à k-ésima repetição do i-ésimo efeito fixo ao j-ésimo efeito aleatório; μ : média das observações; β_i : efeito do i-ésimo fator fixo; γ_j : efeito do j-ésimo fator aleatório no i-ésimo fator fixo; e_{ijk} : efeito do erro aleatório associado a observação y_{ijk} .

Os efeitos de sistemas, estações do ano e suas interações foram considerados como fixos e, como efeitos aleatórios, foram considerados o de blocos e o erro experimental entre unidades e o erro para a mesma unidade no tempo. A escolha de matriz de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o LSMEANS e comparadas por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”), usando o teste t de Student e nível de probabilidade de 5%.

3 RESULTADOS

O percentual médio de sombreamento no SSP durante o período experimental, em relação às condições de sol pleno, foi de 46%.

Os valores de *F* calculados e a significâncias (*P*) para as variáveis de valor nutritivo de *Urochloa decumbens* da forragem, desempenho animal e emissão de metano ruminal de novilhas leiteiras em pasto de braquiária decumbens de acordo com o tipo de sistema, estação do ano e a interação sistema x estação são apresentados na Tabela 2. Somente houve efeito de interação entre sistemas e estações do ano ($p \geq 0,05$) para *LIG*. Somente o teor de *PB* foi influenciado pelo tipo de sistema ($p \leq 0,05$). Os teores de *MS*, *FDN*, *FDA*, *PB*, *DIVMS*, *TL* e a produção de *CH₄* foram influenciados pela estação do ano ($p \leq 0,05$). Já o *GDP* e o *CMS* não foram influenciados ($p \geq 0,05$) pelas fontes da variação estudadas.

Tabela 2 Valores de *F* e *P* calculados para as variáveis de valor nutritivo da forragem, desempenho animal e emissão de metano ruminal de novilhas leiteiras criadas em pastos de *Urochloa decumbens* em função do tipo de sistema, estação do ano e da interação sistema x estação.

	Sistema		Estação		Sistema x Estação	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
MS¹	0,01	0,92	31,58	0,005	0,05	0,84
FDA²	0,15	0,73	103,73	0,001	0,52	0,51
FDN³	7,86	0,11	98,55	0,001	1,24	0,33
LIG⁴	4,39	0,17	490,91	<0,0001	13,64	0,02
PB⁵	24,25	0,03	17,82	0,01	0,75	0,44
DIVMS⁶	9,64	0,09	41,39	0,003	0,35	0,58
TL⁷	9,00	0,10	37,50	0,004	1,50	0,29
GDP⁸	6,52	0,13	3,64	0,13	0,47	0,53
CMS⁹	0,11	0,77	0,02	0,91	2,70	0,18
Metano (gCH₄dia⁻¹)¹⁰	1,12	0,40	13,80	0,02	0,64	0,47
Metano (kgCH₄ano⁻¹)¹¹	1,12	0,40	13,80	0,02	0,64	0,47
Metano (gCH₄kgGDP dia⁻¹)¹²	0,98	0,43	6,15	0,07	1,18	0,34
Metano (gCH₄UA ha dia⁻¹)¹³	0,12	0,76	10,27	0,03	1,89	0,24
Metano (LCH₄kgMS dia⁻¹)¹⁴	0,50	0,55	12,92	0,02	1,42	0,30

¹MS= matéria seca (%); ²FDA= fibra insolúvel em detergente ácido (%MS); ³FDN= fibra insolúvel em detergente neutro (%MS); ⁴LIG= lignina (%MS); ⁵PB= proteína bruta (%MS); ⁶DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%MS); ⁷TL= taxa de lotação (UA ha⁻¹); ⁸GDP= ganho diário de peso (kg novilha⁻¹dia⁻¹); ⁹CMS= consumo de matéria seca (%PC); ^{10,11,12,13,14}CH₄= metano.

Somente o teor de *PB* foi influenciado pelo tipo de sistema ($p \leq 0,05$), com maior valor para o sistema silvipastoril (11%) do que para o pastoril (7%).

Menores teores de *MS*, *FDN*, *FDA* (92,4%, 68,8% e 33,9%, respectivamente), e maiores de *PB* (10,1%), *DIVMS* (58,8%), *TL* (1,5 UA ha⁻¹) e para produção de *CH₄* (232,5 gCH₄ dia⁻¹, 84,8 kgCH₄ ano⁻¹, 0,15 gCH₄ UA ha dia⁻¹ e 105,3 LCH₄ kgMS dia⁻¹) foram obtidos no verão (Tabela 3).

Tabela 3 Teor de matéria seca (MS), teor de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), teor de proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), taxa de lotação (TL) e emissão de metano ruminal (CH₄) em pastos de *Urochloa decumbens* durante o verão e outono de 2011 a 2014.

	Estação ¹	
	Verão	Outono
MS (%)	92,4 ± 0,21 b	94,2 ± 0,21 a
FDA (%MS)	33,9 ± 0,21 b	36,9 ± 0,21 a
FDN (%MS)	68,8 ± 0,21 b	72,8 ± 0,43 a
PB (%MS)	10,1 ± 0,34 a	8,9 ± 0,01 b
DIVMS (%MS)	58,8 ± 0,37 a	55,2 ± 0,37 b
TL (UA ha ⁻¹)	1,5 ± 0,02 a	1,3 ± 0,02 b
Metano (gCH ₄ dia ⁻¹)	232,5 ± 17,7 a	129,7 ± 29 b
Metano (kgCH ₄ ano ⁻¹)	84,8 ± 6,4 a	47,3 ± 6,4 b
Metano (gCH ₄ UA ha dia ⁻¹)	0,15 ± 0,01 a	0,09 ± 0,01 b
Metano (lCH ₄ kgMS dia ⁻¹)	104,3 ± 8,8 a	59,2 ± 8,8 b

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si (p≤0,05) pela PDIFF. Os valores representam as médias ± o desvio padrão médio entre os dois tipos de sistemas avaliados durante os anos de 2011 a 2014.

Somente houve efeito de interação entre sistemas e estações do ano (p≥0,05) para LIG, com maior teor de LIG durante o outono em ambos os sistemas (média de 4,6%), e diferença entre o verão dos sistemas silvipastoril (3,9%) e pastoril (3,4%) (Tabela 4).

Tabela 4 Teor de lignina (LIG) de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoril e pastoril durante verão e outono de 2011 a 2014.

Sistema	Estação	LIG (%MS) ¹
Silvipastoril	Verão	3,9 ± 0,11 b
	Outono	4,7 ± 0,14 a
Pastoril	Verão	3,4 ± 0,11 c
	Outono	4,5 ± 0,14 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si (p≤0,05) pela PDIFF. Os valores representam as médias ± o desvio padrão médio entre os dois tipos de sistemas avaliados dentro das duas estações, durante os anos de 2011 a 2014.

Tanto o ganho diário de peso (GDP) como o consumo de matéria seca (CMS) não foram influenciados (p≥0,05) pelas fontes da variação estudadas, com obtenção de valores médios de 0,421 kg novilha⁻¹dia⁻¹ e 3,12 %PC, respectivamente.

Da mesma forma, a emissão de metano (gCH₄ kgGDP dia⁻¹) também não foi influenciada (p≥0,05) pelas fontes da variação estudadas, com média foi de 0,49 gCH₄ kgGDP dia⁻¹.

4 DISCUSSÃO

Os maiores teores de MS, FDN e de FDA verificados durante o outono (Tabela 3), provavelmente, se devem ao maior período de crescimento das plantas durante esta estação em relação ao verão, o que torna as estruturas de parede celular das plantas mais espessa devido ao aumento do tamanho das células e da espessura da parede celular com o tempo de vida das células (BRETT & WALDRON, 1996).

Quanto ao teor de FDN há divergências na literatura em função do efeito do sombreamento, pois Sousa et al. (2007) obtiveram resultados semelhantes com o teor de FDN da *U. brizantha* sob o efeito do sombreamento, que não variou na área sombreada quando comparado ao teor da área não sombreada. Já Paciullo et al. (2007) observaram menores valores de FDN nesta mesma gramínea sob a copa das árvores que em condições de luz solar plena.

O verão propiciou maior DIVMS comparada ao outono, o que esteve relacionado aos maiores teores de fibra durante o outono. Os valores de DIVMS tendem a diminuir com o avançar da maturidade da planta, pelo aumento da relação colmo:folha, e por aumento na deposição de compostos lignificados na parede celular das plantas, criando um efeito de barreira contra o ataque de enzimas bacterianas no rúmen (FREER et al., 2002).

O efeito positivo do sombreamento nos teores de PB está bem estabelecido na literatura (PACIULLO, et al., 2007; SOARES et al., 2009). O maior teor de PB obtido para o sistema silvipastoril (11%) em relação ao pastoril (7%) pode ser justificado pela maior massa de forragem obtida no sistema pastoril em relação ao sistema silvipastoril (3445 kg ha⁻¹ MS e 2182 kg ha⁻¹ MS, respectivamente), em função do pequeno efeito de diluição do nitrogênio, devido à menor quantidade de massa seca produzida, quando comparado ao sol pleno (SOARES et al., 2009). Houve decréscimo do teor de PB no outono (Tabela 3) que pode se fundamentar no fato de que nesta estação houve diminuição do conteúdo celular, haja vista os maiores teores de FDA e FDN além da maior deposição de lignina (Tabela 4) durante o outono. Contudo, deve-se ressaltar que, mesmo ocorrendo este decréscimo no outono, o teor de PB foi superior ao mínimo necessário para atender as exigências dos microrganismos ruminais que é de 7%MS e, durante o verão (Tabela 3), o teor de PB esteve na faixa do mínimo necessário (10%MS) para promover melhor aproveitamento do pasto em regiões tropicais (DETMANN et al., 2010).

Segundo Silva & Queiroz (2002), a importância da LIG para a nutrição animal está ligada à sua influência negativa sobre a digestibilidade de outros nutrientes, evidenciada pelas altas correlações negativas do teor de LIG com a DIVMS. A diferença verificada para o teor de LIG entre os tipos de sistemas somente durante o verão, com superioridade no sistema silvipastoril (Tabela 4), não foi acompanhada pela DIVMS. O que pode ser justificado pelo fato que existem fortes evidências de que os polissacarídeos da parede celular (celulose, hemicelulose e pectatos), quando isolados, apresentam relativa facilidade de degradação pelos microrganismos do rúmen ou por enzimas (HATFIELD, 1989), diferente do que ocorre quando associado a lignina.

Segundo Van Soest (1994), o teor de FDN tem grande influência sobre o consumo de matéria seca, sendo que valores superiores a 55-60 %MS interferem negativamente no consumo da forragem. Os teores de FDN encontrados neste trabalho estiveram acima de tais valores citados, porém não afetaram o consumo de matéria seca, visto que este não foi influenciado por nenhuma das fontes da variação ($p \geq 0,05$). Como consequência da ingestão de matéria seca, o ganho diário de peso seguiu o mesmo padrão, obtendo-se média de 0,421

kg novilha⁻¹dia⁻¹. Contudo, deve-se considerar que, segundo Paciullo et al. (2009), para que haja desenvolvimento ponderal acelerado de novilhas leiteiras em crescimento, precocidade à primeira cobertura e ao primeiro parto, o ganho diário de peso ideal seria de 0,600 kg novilha⁻¹dia⁻¹.

O fato de o consumo de matéria seca e o ganho diário de peso não terem sido afetados pelos tipos de sistema ($p \geq 0,05$), não condiz com a hipótese de que em pastejo no sistema silvipastoril, melhorias no valor nutritivo do pasto e nas condições de conforto térmico dos animais, decorrentes do sombreamento, podem aumentar o consumo de matéria seca e melhorar o desempenho de novilhas (ARAÚJO et al., 2011). Embora existam fortes evidências de que a amenização da temperatura, em sistemas silvipastoris, interfira positivamente no comportamento de vacas mestiças, com o aumento nos tempos de pastejo e ruminação, e com a redução da temperatura da superfície corporal e da sudorese (PAES LEME et al., 2005), tais mudanças, aparentemente, não foram suficientes para influenciar o desempenho das novilhas. No entanto, vale ressaltar que a temperatura média da região onde foi realizado o presente trabalho variou de 24,5 °C a 20 °C durante o verão e outono (Figura 1), respectivamente, não configurando um ambiente de estresse e desconforto para os animais. O valor nutritivo do pasto tampouco foi alterado significativamente pelo sombreamento, em razão, provavelmente, da menor proporção de área de pasto sombreada, em relação à não sombreada, no sistema silvipastoril.

A taxa de lotação foi similar entre os sistemas (média de 1,4 UA ha⁻¹), uma vez que não houve efeito do tipo de sistemas ($p \geq 0,05$), o que demonstra a semelhança na capacidade de suporte dos mesmos. A diferença da taxa de lotação entre as estações (Tabela 3) reflete o acúmulo de forragem que apresentou maiores médias durante o verão em ambos os sistemas (Tabela 5), justificando maiores taxas de lotação neste período.

Tabela 5 Acúmulo de forragem (AF) de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoril e pastoril durante verão e outono de 2011 a 2014.

Sistema	Estação	AF (kg ha ⁻¹) ¹
Silvipastoril	Verão	1330 ± 113 a
	Outono	808 ± 113 b
Pastoril	Verão	1518 ± 113 a
	Outono	1405 ± 113 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pela PDIFF. Os valores representam as médias ± o desvio padrão médio entre os dois tipos de sistemas avaliados dentro das duas estações, durante os anos de 2011 a 2014.

A produção de metano pelos ruminantes representa uma forma de perda de energia (JOHNSON & WARD, 1996). Sendo assim, é desejável que se tenha baixa emissão de metano ruminal, tanto do ponto de vista nutricional quanto ambiental. Contudo, não se pode avaliar o valor isolado da emissão de metano, e sim o valor da produção de metano por produto (carne, leite, ganho de peso) para que o sistema em questão seja considerado eficiente ou não quanto às emissões de metano (redução das taxas de emissão de metano). Segundo Carmona (2005), a opção para a redução das emissões de metano consiste na substituição de tecnologias convencionais por alternativas que associem produção com mínimos efeitos ambientais.

A literatura relata que o consumo de matéria seca é o principal fator que interfere na produção de metano e, geralmente, há uma relação alta e positiva entre ingestão de matéria seca e produção de CH₄ (BUDDLE et al., 2011). Segundo estudos realizados por Ellis et al. (2007) há alta correlação entre o consumo de matéria seca e a produção de metano entérico

pelos ruminantes. Contudo, mesmo que o consumo de matéria seca não tenha sido influenciados ($p \geq 0,05$) por nenhuma das fontes da variação, as produções de metano entérico foram diferenciadas entre estações ($p \leq 0,05$), exceto para o metano expresso por ganho médio de peso diário ($\text{gCH}_4 \text{ kgGDP dia}^{-1}$) (Tabela 2).

A produção de metano ruminal também está muito associada à qualidade da dieta consumida pelos animais de forma que, espera-se maior produção de gases à medida que a fração fibrosa aumenta e a fração solúvel dos carboidratos reduz. No entanto, os dados expostos na Tabela 3 refletem exatamente o inverso, com associação de baixos teores de fibra à altas emissões de metano ($\text{gCH}_4 \text{ dia}^{-1}$, $\text{kgCH}_4 \text{ ano}^{-1}$, $\text{gCH}_4 \text{ UA ha dia}^{-1}$ e $\text{LCH}_4 \text{ kgMS dia}^{-1}$). Essa observação, pode ter como provável justificativa a degradabilidade da FDN, uma vez que a alta degradabilidade da FDN associada a altos teores de PB e reduzidos teores da fração fibrosa favorecem maior produção de metano entérico. Portanto, a simples afirmação de que para forrageiras, elevados teores da fração fibrosa estão associados com elevações nos teores de metano produzido, não pode ser vista como uma verdade absoluta. Pois, a produção de metano no ambiente ruminal é um processo muito complexo, e sofre influências diretas tanto da quantidade de fibra presente na dieta, quanto de sua degradabilidade (BELEOSOFF, 2013).

Em virtude da *Urochloa decumbens* ser uma forrageira de clima tropical, era esperado maior produção de metano em relação às forrageiras de clima temperado, como sugerido por Kurihara et al. (1999), principalmente pelo fato desta forrageira possuir mais fibra e ser menos digestível. Porém, os valores médios da emissão de metano do presente estudo foram menores (Tabela 3) que os relatados por Johnson & Johnson (1995) em estimativas para gado de leite alimentado com forrageiras de clima temperado ($298 \text{ gCH}_4 \text{ dia}^{-1}$ a $345 \text{ gCH}_4 \text{ dia}^{-1}$).

5 CONCLUSÕES

Sistemas silvipastoris com eucalipto e nível 46% de sombreamento promovem maior teor de PB do pasto de *Urochloa decumbens* que aquele pastoril.

O valor nutritivo e o consumo de matéria seca da forragem da braquiária decumbens, o desempenho e a emissão do metano entérico de novilhas leiteiras mantidas em pastos de *Urochloa decumbens* sob lotação contínua, não são alterados em sistemas silvipastoris que conferem um grau de sombreamento de 46%.

Maior valor nutritivo da forragem e maiores taxas de lotação, e maior produção de metano entérico são verificados durante o verão do que no outono para os sistemas pastoril e silvipastoril.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, R.P.; ALMEIDA, J.C.C.; DEMINICIS, B.B. et al. Sistema silvipastoril como alternativa de uso da terra. **PUBVET**, v.5, art.1245, 2011.

AROEIRA, L.J.M.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F. et al. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.413-418, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analyses**, v.15, p.72-74, 1990.

ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medición del consumo de ruminantes en pastoreo. In: JOBIM, C.C., SANTOS, G.T., CECATO, U. **Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais**. Maringá, 1997. p.1-23.

BAILE, C.A.; DELLA-FERA, M.A. Nature of hunger and satiety control systems in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.1140-1152, 1981.

BELEOSOFF, B.S. **Potencial de produção de gases totais e metano in vitro de pastagens de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia submetida a diferentes manejos de pastejo**. 2013. 145f. Tese (Doutorado em Ciências Animais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

BELSKY, A.J.; MWONGA, S.M.; AMUNDSON, R.G. et al. Comparative effects of isolated trees on their undercanopy environment in high- and low-rainfall savannas. **Journal of Applied Ecology**, v.30, p.143-155, 1993.

BERCHIELLI, T.T., MESSANA, J.D., CANESIN, R.C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.954-968, 2012.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, H. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.60, p.77-87, 2009.

BRETT, C.; WALDRON, N. **Physiology and Biochemistry of Plants Cells Walk**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1996. p.76-111.

BUDDLE, B.M., DENIS, M., ATTWOOD, G.T. et al. Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture. **The Veterinary Journal**, v.188, p.11-17, 2011.

CANESIN, R.C.; BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J.D. et al. Effects of supplementation frequency on the ruminal fermentation and enteric methane production of beef cattle grazing in tropical pastures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, p.590-600, 2014.

CARMONA, J.C. El gás metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. **Revista Colombiana de Ciências Pecuaria**, v.18, p.49-63, 2005.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização dos recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2010. p.191-240.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A.L. et al. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in Cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2598-2603, 2010.

ELLIS, J.L.; KEBREAB, E.; ODONGO, N.E. et al. Prediction of methane production from dairy and beef cattle. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.3456-3467, 2007.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353p.

FREER, M.; DOVE, H. (Eds.). **Sheep nutrition**. Wallingford: CAB International, 2002. 385p.

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

HATFIELD, R.D. Structural polysaccharides in forages and their degradability. **Agronomy Journal**, v.81, p.30-46, 1989.

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: T'MANEJTE, L.T. (Ed.). **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p.96-102.

JOHNSON, D.E.; WARD, G.M. Estimates of animal methane emissions. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.42, p.133-141, 1996.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.

KURIHARA, M.; MAGNER, T.; HUNTER, R.A. et al. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**, v.81, p.227-234, 1999.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F. et al. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, v.44, p.109-119, 1999.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; NETO, M.M.G. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, p.1183-1190, 2009.

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. v.1. Brasília: MCTI, 2014.

MERTENS, D.R. Digestibility and intake. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; MOORE, K.J.; COLLINS, M (Eds.). **Forages: The science of grassland agriculture**. 6.ed. Ames: Iowa, 2007. p.487-507.

NOLLER, C.H., NASCIMENTO JÚNIOR, D., QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p 319-352.

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

PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; MALAQUIAS JUNIOR, J.D. et al. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1528-1535, 2009.

PAES LEME, T.M.S.; 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.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S. et al. **Técnica do gás traçador SF6 para medição de campo do metano ruminal em bovinos: adaptações para o Brasil**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004. 77p. (Documentos, 39).

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.443-451, 2009.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.1029-1033, 2007.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

VAN SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 1994. p.476.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-97, 1991.

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

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em conta que plantas submetidas à intensidade luminosa reduzida modificam suas estruturas a fim de se adaptarem ao ambiente luminoso restrito e, conseqüentemente, alteram sua produção, um dos preceitos para sucesso de sistemas silvipastoris é o grau de tolerância da espécie forrageira a dado nível de sombreamento. A *Urochloa decumbens* é reconhecida como sendo uma espécie forrageira tolerante ao sombreamento moderado. O presente estudo revelou que o nível de sombreamento de 46% (54% de transmissão de luz) não é indicado para braquiária decumbens, visto que tal restrição luminosa altera negativamente a produção de massa de forragem, além de alterar as características produtivas do pasto. Desta forma, podas regulares das espécies arbóreas são necessárias para que haja maior transmissão de luz com o propósito de favorecer a produção da *Urochloa decumbens*.

As alterações dos aspectos estruturais do pasto de braquiária decumbens são alterados pelas estações. Resultados do presente estudo revelaram que é necessário manejo adequado do pasto durante todas as estações do ano para que a estrutura do pasto seja mantida por todo o período.

Os sistemas silvipastoris são notavelmente sistemas que promovem o conforto térmico dos animais podendo aumentar o consumo de matéria seca dos mesmos. Esta é uma afirmação que não pode e não deve ser generalizada para todas as regiões, haja vista que em condições de temperaturas amenas, como no presente estudo, os animais não estão sujeitos ao desconforto térmico e, dessa forma, o benefício do microclima criado pelas árvores no sistema silvipastoril não exerce o papel que teria em regiões de temperaturas extremas.

Evidência disto é que o consumo de matéria seca do pasto, o desempenho e a emissão do metano ruminal de novilhas leiteiras mantidas em pastos de *Urochloa decumbens* sob lotação contínua, além da qualidade da forragem não foram alterados em sistemas silvipastoris sob um grau de sombreamento de 46%. Além disso, o verão e o outono promoveram alterações nas características nutricionais do pasto de braquiária decumbens, além de alterarem a emissão de metano entérico de novilhas leiteiras mantidas em pastos de *Urochloa decumbens* sob lotação contínua.