

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Características Produtivas e Qualitativas de Sistemas Silvopastoris na  
Região dos Campos das Vertentes, MG**

**EVERTON TEIXEIRA RIBEIRO**

**2012**



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

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DE SISTEMAS  
SILVIPASTORIS NA REGIÃO DOS CAMPOS DAS VERTENTES, MG**

**EVERTON TEIXEIRA RIBEIRO**

*Sob a Orientação do Professor*  
**João Carlos de Carvalho Almeida**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ.  
Fevereiro de 2012

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

**EVERTON TEIXEIRA RIBEIRO**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM \_\_\_/\_\_\_/2012.

---

João Carlos de Carvalho Almeida. D.Sc. UFRRJ  
(Orientador)

---

Robert de Oliveira Macedo D.Sc. UFRRJ

---

Domingos Sávio Campos Paciullo D.Sc. Embrapa Gado de Leite

---

Carlos Augusto Brandão de Carvalho D.Sc. UFRRJ

**OFEREÇO**

Aos meus pais, Nazinho e Sãozinha.

E a todos os meus familiares e amigos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão de mais esta fase de minha vida.

**DEDICO**

À minha esposa, Heliana e à minha filha, Luna, pelos momentos ausentes e por serem a razão do meu viver.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar meus caminhos.

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por oportunizar a continuidade aos meus estudos.

Ao REUNI/CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, dando-me suporte financeiro durante o curso.

Aos meus pais, Ananias Vicente Ribeiro e Maria da Conceição Teixeira Ribeiro pelo amor, carinho e incentivo a mim dedicados durante toda a vida, a quem devo muito pela compreensão e ensinamentos de vida, cujos valores contribuíram a cada dia para a minha formação pessoal e profissional e principalmente nos inúmeros momentos difíceis. A vocês a minha eterna gratidão.

A Heliana Cristina de Souza pelo amor, amizade, carinho, dedicação, paciência, apoio incondicional e conforto em todos os momentos difíceis pelos quais passei. Obrigado por estar cuidando tão bem da nossa filha.

À minha filha Luna de Souza Ribeiro pelo amor, carinho e por me fazer feliz a cada sorriso.

As minhas irmãs Márcia Cristina Teixeira Ribeiro e Marcelly Teixeira Ribeiro, pelo companheirismo, apoio, incentivo, carinho, paciência e por estarem sempre presentes na minha vida.

Aos meus avós Domingos, Maria, Vicente (*in memoriam*) e Erane pelo incentivo, carinho e apoio sempre que necessitei.

Aos meus sobrinhos Júlia, Miguel, Clara, Ana Luísa e Pedro Henrique pelos momentos felizes.

À minha madrinha Rosária e as tias Fatinha e Maria das Graças por sempre acreditarem em mim, por todo apoio, incentivo e carinho.

Aos tios Joseli, Dante, Alexandre, Gualter, Tidinho e Edgar pelo companheirismo, conselhos e amizade.

À minha sogra Dona Fia e a cunhada Luciana pelo carinho e todo apoio.

Ao meu orientador Dr. João Carlos de Carvalho Almeida pelo apoio em todos os momentos, pela amizade, pela confiança e pelos valiosos ensinamentos de vida. E à sua esposa Eliane pela amizade e incentivo.

Aos educadores do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, em especial aos professores Robert Macedo, Mirton J. Frota Morenz, Pedro Antônio Muniz Malafaia, João Batista Rodrigues de Abreu, José Bonifácio de Oliveira Xavier de Menezes, Carlos Augusto de Oliveira e Carlos Augusto Brandão de Carvalho pela amizade e ensinamentos.

Ao Daniel pela amizade, companheirismo e ensinamentos durante toda graduação.

Aos amigos Raphael Pavesi de Araújo e Deuci Nepomuceno pelo incentivo e princípio na Iniciação Científica.

Ao Raphael dos Santos Gomes, Flávio Henrique Vidal Azevedo pela amizade e ajuda na condução do experimento e confecção da dissertação.

A todos que me auxiliaram na condução do experimento, em especial para Júlio, Fábio, Marina, Felipe e Leonardo.

Aos amigos do Kamikase: Marcus, Henrique, Luiz Augusto, Wesley, Tomás, Fernando e principalmente, ao meu compadre Benjamim pela amizade, conselhos, convivência e que mesmo longe nunca me faltaram com a amizade, o respeito e com a torcida.

Aos amigos Juninho, Eduardo, Fatinha e Flavinha que me acolheram em sua casa e me deram atenção e amizade no início dessa jornada.

Aos amigos Helbert, Thúlio, Júnior, Rodrigo, Fabrício, Sandro, Dênis, Geazi, Edison, Nilson, Thuliany, Daniela e Regina Maria por toda amizade, apoio e torcida.

Aos amigos da Pós-graduação e graduação pela convivência alegre e constante troca de experiências e conhecimentos.

Aos amigos do 435: Sidinei, Fernando, Paula, Pablo, Maycon e do alojamento de M4 cobertura pela troca de experiências, convívio saudável, alegre e produtivo.

A todos os amigos de Paula Cândido - MG.

Enfim, a todos que sempre estiveram ao meu lado.

MUITO OBRIGADO!

## **BIOGRAFIA**

**EVERTON TEIXEIRA RIBEIRO**, filho de Ananias Vicente Ribeiro e Maria de Conceição Teixeira Ribeiro, nasceu em Viçosa-MG, no dia 25 de novembro de 1986.

Iniciou sua vida acadêmica na ESCOLA ESTADUAL CORONEL ANTÔNIO FASTINO DUARTE.

Cursou o 2º Grau na ESCOLA ESTADUAL PROFESSOR SAMUEL JOÃO DE DEUS.

No primeiro semestre de 2006, ingressou na UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, onde cursou Zootecnia.

Durante sua graduação, fez estágio na área de forragicultura e pastagem participando de projetos e foi bolsista de iniciação científica pelo PIBIC/CNPq. Concluiu com oito períodos, no segundo semestre de 2009.

Em março de 2010, ingressou no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, como bolsista da CAPES/REUNI.

## RESUMO

RIBEIRO, Everton Teixeira. **Características produtivas e qualitativas de sistemas silvipastoris na região dos Campos das Vertentes, MG.** 2012. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

O objetivo desse trabalho foi avaliar as características do pasto de *Urochloa decumbens* em monocultivo e submetido o efeito de três espaçamentos de plantio e as características dendrométricas do *Eucalyptus urophylla* nos espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m em um sistema silvipastoril. O estudo foi realizado na Fazenda Registro, localizada no município de Barbacena, MG – Brasil. O *Eucalyptus urophylla* foi plantado no sentido leste-oeste nos espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m em janeiro de 2008, em uma pastagem de *Urochloa decumbens*. No primeiro estudo, intitulado de características produtivas, agrônômicas e valor nutritivo de *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos e em monocultivo, utilizou-se o delineamento experimental em blocos completos casualizados, com quatro blocos e duas repetições por bloco. Para avaliar o os sistemas de plantio da capim-braquiária foi utilizado o arranjo em parcelas subdivididas com quatro tratamentos (monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x4m), três datas de cortes (06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011), onde os tratamentos foram alocados nas parcelas e as datas de corte nas subparcelas. Para avaliar as distâncias da linha de plantio do eucalipto em cada espaçamento foi utilizado o arranjo em parcela subdividida com três tratamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m), quatro distâncias (0, 33, 66, 100% em relação ao meio das entrelinhas do eucalipto) e três datas de cortes (06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011), onde os tratamentos foram alocados nas parcelas, as distâncias nas subparcelas e datas de corte na subsubparcela. Foi avaliado a altura, o acúmulo de forragem (AF), a taxa de acúmulo de forragem (TAMF), a relação folha/colmo (F/C), as porcentagens de matéria seca (MS), e os teores proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral (MM), em diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66, e 100% em relação ao meio das entrelinhas do eucalipto) e em monocultivo. O AF e TAMF do capim braquiária foi maior no espaçamento 10x4m e em monocultivo. A maior altura, teor de PB e MM foram encontrados nos espaçamentos de plantio do eucalipto. Maiores porcentagem de MS e teor de FDN foram encontrados em monocultivo. O teor de FDN diminuíram na medida em que se distanciou da linha de plantio do eucalipto, comportamento contrário foi observado para F/C e MS. O AF, TAMF e PB aumentaram até a distância de 66% em relação ao meio da entre linha do eucalipto diminuindo a partir desse ponto. O sistema que promoveu maior quantidade e qualidade do capim-braquiária aos 48 meses após o plantio do eucalipto foi o espaçamento 10x4m, assim apresentando maior potencial para utilização em sistema silvipastoril. No segundo estudo, intitulado de características dendrométricas do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* sob diferentes espaçamentos, utilizou-se o delineamento experimental em blocos completos casualizados, com quatro blocos e duas repetições por bloco, segundo arranjo em parcelas subdivididas com três tratamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m), cinco idades (24, 30, 36, 42 e 48 meses), onde os espaçamentos foram alocados nas parcelas e as idades nas subparcelas. Foi avaliado a sobrevivência, altura (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-O), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por área (Vol/ha), área basal (G), área basal por hectare (G/ha) e incremento médio anual (IMA) aos 24, 30, 36, 42 e 48 meses após o plantio do eucalipto. Para tais avaliações, utilizou-se procedimento MIXED e REG do pacote estatístico SAS. A porcentagem de sobrevivência dos 24 aos 48 meses após o plantio do eucalipto foi de 100%.

Aos 24 meses o DN-S foi maior no espaçamento 6x4m. Aos 30 e 36 meses foi observado maior DAP nos espaçamentos 6x4m e 10x4m, e maior Vol/ha no espaçamento 3x2m. Aos 42 e 48 meses, o DPA, D30, DL-O, DN-S e G foram maiores nos espaçamentos 6x4m e 10x4m, já o Vol/ha, o G/ha e o IMA foram maiores no espaçamento 3x2m. Entretanto aos 48 meses foi observado maior altura e Vol/plt do eucalipto no espaçamento 10x4m. O efeito das idades de plantio do eucalipto para todas as variáveis silviculturais ajustou ao modelo de regressão linear ou quadrática dependendo do espaçamento e da variável, ocorrendo aumento na variável à medida que se aumenta a idade do eucalipto. O espaçamento 3x2m foi o que promoveu maior Vol/ha, entretanto, com o passar dos meses o Vol/plt foi aumentando principalmente no espaçamento 10x4m, assim, no final de um ciclo longo nesse espaçamento poderá ser obtido madeira para serraria com maior valor. Pode se concluir que a escolha do espaçamento de plantio do eucalipto em sistema silvipastoril depende do objetivo do produtor. Se o objetivo for maior produtividade de madeira com menor produção do pasto deve-se optar pelo espaçamento 3x2m. Se o produtor priorizar maior produtividade do pasto como consequência maior produção animal com maneira com alto valor agregado, deve-se optar pelo espaçamento 10x4m.

**Palavras-chave:** Sombreamento, Sistemas Agroflorestais, Acúmulo de Forragem

## ABSTRACT

RIBEIRO, Everton Teixeira. Productive and qualitative characteristics of silvopastoral systems in the region of Campos of Vertentes, MG. 2012. 71p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011

The aim of this study was to evaluate the characteristics of *Urochloa decumbens* pasture in monoculture and submitted the effect of three planting space and the dendrometric characteristics of the *Eucalyptus urophylla* at spaced 3x2m, 6x4m and 10x4m in a silvopastoral system. The study was conducted at the Farm Registry, located in the city of Barbacena, MG - Brazil. *Eucalyptus urophylla* was planted in the east-west at spaced 3x2m, 6x4m and 10x4m in January 2008, in a pasture of *Urochloa decumbens*. In the first study, titled traits, agronomic and nutritive value of *Urochloa decumbens* silvopastoral system in *Eucalyptus urophylla* under different spacing and in monoculture, it was used a randomized complete block design with four blocks and two replicates per block. To evaluate the spacing of signalgrass was used in a split plot arrangement with four treatments (monoculture, 3x2m, 6x4m and 10x4m), three dates of cuts (06/01/2011, 02/02/2011 and 08/04/2011), where the treatments were allocated to plots and subplots court dates. To evaluate the distances of the rows of eucalyptus trees in each spacing in a split split plot arrangement was used with three treatments (3x2m, 6x4m and 10x4m), four distances (0, 33, 66, 100% compared to between rows of eucalyptus) and three cutting dates (06/01/2011, 02/02/2011 and 08/04/2011), where the treatments were allocated to plots, subplots and distances court dates in the subsubplot. We assessed the height, herbage accumulation (AF), the rate of herbage accumulation (TAMF), the leaf/stem ratio (F/C), the percentages of dry matter (DM), crude protein (CP), fiber neutral detergent fiber (NDF) and mineral matter (MM). For such evaluations, we used procedure MIXED and REG of the statistical package SAS. The height and the NDF has decreased to the extent that is distanced from the rows of eucalyptus, contrary behavior was observed for F/C and MS. The AF and TAMF were negatively affected by row spacing, on the other hand, the percentage of CP and MM were higher in gaps compared to monoculture. The percentage of NDF did not differ significantly between the distances of the rows of eucalyptus. The system that promoted greater quantity and quality of grass *Urochloa* was 10x4m spacing, thus presenting the greatest potential for use in silvopastoral system. In the second study, titled dendrometric characteristics of *Eucalyptus urophylla* in silvopastoral system with *Urochloa decumbens* under different spacing, we used a randomized complete block design with four blocks and two replicates per block, the second split plots with three treatments (3x2m, 6x4m and 10x4m), five ages (24, 30, 36, 42 and 48 months), where densities were allocated to plots and subplots ages. We evaluated the survival, height (H), diameter 30 cm height (D30), diameter at breast height (DBH), crown diameter from east to west (DL-O), diameter in the north-south (DN-S), volume per plant (Vol/plt), volume per area (Vol/ha), basal area (G), basal area per hectare (G/ha) and mean annual increment (MAI) at 24, 30, 36, 42 and 48 months after planting eucalyptus. For such evaluations, we used procedure MIXED and REG of the statistical package SAS. The survival percentage at 24 to 48 months after planting of eucalyptus was 100%. At 24 months the DN-S was higher in 6x4m spacing. At 30 and 36 months was observed in the largest DBH and 10x4m 6x4m spacings, and bigger Vol/ha spaced 3x2m. At 42 and 48 months, the DPA, D30, the DL-O, DN-S and G were higher at spaced 6x4m and 10x4m, since the Vol/ha, the G/ha and the IMA were higher in 3x2m spacing. However at 48 months we observed a greater height and Vol/plt in eucalyptus spacing 10x4m. The effect of age planting of eucalyptus forestry for all variables regression model fitted to linear or quadratic depending on the spacing and variable,

there was an increase in the variable as it increases the age of eucalyptus. The spacing was 3x2m which promoted greater Vol/ha, however, over the months, the Vol/plt was increased mainly in the spacing 10x4m, so at the end of a long cycle this spacing can be obtained with more wood for timber value. It can be concluded that the choice of spacing of planting eucalyptus trees in silvopastoral system depends on the objective of the producer. If the goal is greater productivity with less production of wood pasture should be chosen 3x2m spacing. If the producer prioritize higher productivity as a result of grazing livestock to higher value-added way, the spacing 10x4m must be chosen.

**Key words:** Shading, Agroforestry, Forage accumulation

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1</b>	Resultados da análise química do solo do pasto de capim-braquiária nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m e nas profundidades 0-10 e 10-20cm aos 24 meses após o plantio do eucalipto.....25
<b>Tabela 2</b>	Altura em cm da <i>Urochloa decumbens</i> em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x 4m) e em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011).....28
<b>Tabela 3</b>	Altura (cm) da <i>Urochloa decumbens</i> nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.....28
<b>Tabela 4</b>	Acúmulo de forragem (Kg/ha de MS) da <i>Urochloa decumbens</i> em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> sob diferentes espaçamentos (3x2, 6x4 e 10x4m) e em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011).....30
<b>Tabela 5</b>	Acúmulo de forragem (Kg/ha de MS) da <i>Urochloa decumbens</i> nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.31
<b>Tabela 6</b>	Taxa de acúmulo de massa seca (kg/ha/dia de MS) da <i>Urochloa decumbens</i> em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m) em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011).....32
<b>Tabela 7</b>	Taxa de acúmulo de forragem (Kg/ha de MS) da <i>Urochloa decumbens</i> nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.....32
<b>Tabela 8</b>	Relação folha/colmo da <i>Urochloa decumbens</i> em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x 4m) e em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011).....33
<b>Tabela 9</b>	Relação folha/colmo da <i>Urochloa decumbens</i> nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.....34
<b>Tabela 10</b>	Porcentagem de matéria seca (MS) da <i>Urochloa decumbens</i> em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4 m) em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011).....35
<b>Tabela 11</b>	Porcentagem de matéria seca da <i>Urochloa decumbens</i> nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus</i>

	<i>urophylla</i> nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.....	36
<b>Tabela 12</b>	Teor de proteína bruta (PB) da <i>Urochloa decumbens</i> em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> sob diferentes espaçamentos (3x2, 6x4 e 10x4m) em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011).....	38
<b>Tabela 13</b>	Teor de proteína bruta (PB) da <i>Urochloa decumbens</i> nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.....	38
<b>Tabela 14</b>	Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da <i>Urochloa decumbens</i> em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m) em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011).....	40
<b>Tabela 15</b>	Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da <i>Urochloa decumbens</i> nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.....	41
<b>Tabela 16</b>	Porcentagem de matéria mineral (MM) da <i>Urochloa decumbens</i> em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4 m) e na ausência de árvore (monocultivo) nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011).....	42
<b>Tabela 17</b>	Teor de matéria mineral (MM) da <i>Urochloa decumbens</i> nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.....	42

## CAPÍTULO II

<b>Tabela 1</b>	Resultados da análise química do solo do pasto de capim-braquiária nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m e nas profundidades 0-10 e 10-20 cm.....	60
<b>Tabela 2</b>	Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-O), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal (G), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMA) de <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> , sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m), aos 24 meses após o plantio, em Barbacena, MG.....	63
<b>Tabela 3</b>	Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-O), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal (G), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMA) de <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> , sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4 m), aos 30 meses após o plantio, em Barbacena, MG.....	63
<b>Tabela 4</b>	Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-O), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMA) de <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> , sob	

	diferentes espaçamentos (3x2, 6x4 e 10x4m), aos 36 meses após o plantio, em Barbacena, MG.....	64
<b>Tabela 5</b>	Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-0), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMA) de <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> , sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m), aos 42 meses após o plantio, em Barbacena, MG.....	64
<b>Tabela 6</b>	Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-0), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal (G), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMAV) de <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> , sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4 m), aos 48 meses após o plantio, em Barbacena, MG.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>Figura 1</b>	Croqui da área experimental.....	24
<b>Figura 2</b>	Temperatura máxima, mínima e precipitação entre os meses de janeiro a dezembro de 2011.....	24
<b>Figura 3</b>	Esquema das distâncias das linhas de plantio do eucalipto, sendo uma a 0 % (linha do eucalipto) e as demais a 33, 66 e a 100% em relação ao meio da entrelinha do eucalipto.....	26
<b>Figura 4</b>	Altura (cm) da <i>Urochloa decumbens</i> no espaçamento 10x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na primeira data de corte (06/01/2011).....	29
<b>Figura 5</b>	Altura (cm) da <i>Urochloa decumbens</i> no espaçamento 3x2m e 10x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na segunda data de corte (02/02/2011)..	29
<b>Figura 6</b>	Altura (cm) da <i>Urochloa decumbens</i> no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na terceira data de corte (08/04/2011).....	30
<b>Figura 7</b>	Acúmulo de forragem (kg/ha de MS) da <i>Urochloa decumbens</i> no espaçamento 10x4 m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na terceira data de corte (08/04/2011).....	31
<b>Figura 8</b>	Taxa de acúmulo de forragem (TAF) (kg de MS ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) da <i>Urochloa decumbens</i> no espaçamento 10x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na terceira data de corte (08/04/2011).....	32
<b>Figura 9</b>	Relação folha/colmo da <i>Urochloa decumbens</i> nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na primeira data de corte (06/01/2011).....	34
<b>Figura 10</b>	Relação folha/colmo da <i>Urochloa decumbens</i> no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na terceira data de corte (08/04/2011)...	34
<b>Figura 11</b>	Relação folha/colmo da <i>Urochloa decumbens</i> nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> .....	35
<b>Figura 12</b>	Porcentagem de matéria seca (MS%) da <i>Urochloa decumbens</i> no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na segunda data de corte (02/02/2011).....	36
<b>Figura 13</b>	Porcentagem de matéria seca (MS) da <i>Urochloa decumbens</i> nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na segunda data de corte (02/02/2011).....	37
<b>Figura 14</b>	Porcentagem de matéria seca (MS) da <i>Urochloa decumbens</i> no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na terceira data de corte (08/04/2011).....	37

<b>Figura 15</b>	Teor de proteína bruta (PB) da <i>Urochloa decumbens</i> no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na primeira data de corte (06/01/2011).38
<b>Figura 16</b>	Teor de proteína bruta (PB) da <i>Urochloa decumbens</i> no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na terceira data de corte (08/04/2011)...39
<b>Figura 17</b>	Teor de proteína bruta (PB) da <i>Urochloa decumbens</i> nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na terceira data de corte (08/04/2011).....39
<b>Figura 18</b>	Teor de proteína bruta (PB) da <i>Urochloa decumbens</i> nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> .....40
<b>Figura 19</b>	Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da <i>Urochloa decumbens</i> nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com <i>Eucalyptus urophylla</i> na terceira data de corte (08/04/2011).....41

## CAPÍTULO II

<b>Figura 1</b>	Temperatura máxima, mínima e precipitação entre os meses de janeiro e dezembro de 2010 e 2011.....59
<b>Figura 2</b>	Altura (m) do <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> em função da idade de avaliação.....66
<b>Figura 3</b>	Diâmetros a 30 cm de altura (cm) do <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> em função da idade de avaliação.....66
<b>Figura 4</b>	Diâmetros a altura do peito (DAP) em cm do <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> em função da idade de avaliação.....67
<b>Figura 5</b>	Diâmetros da copa no sentido Leste-Oeste (DL-O) (m) do <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> em função da idade de avaliação.....67
<b>Figura 6</b>	Diâmetros da copa no sentido leste-oeste (DN-S) em cm do <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> em função da idade de avaliação.....68
<b>Figura 7</b>	Diâmetros a 30 cm de altura (cm) do <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> em função da idade de avaliação.....68
<b>Figura 8</b>	Diâmetros a 30 cm de altura (cm) do <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> em função da idade de avaliação.....69
<b>Figura 9</b>	Volume por planta (m <sup>3</sup> ) do <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> em função da idade de avaliação.....69
<b>Figura 10</b>	Volume por hectare (m <sup>3</sup> /ha) do <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> em função da idade de avaliação.....70
<b>Figura 11</b>	Incremento médio anual (m <sup>3</sup> /ha) do <i>Eucalyptus urophylla</i> em sistema silvipastoril com <i>Urochloa decumbens</i> em função da idade de avaliação.....70

## SUMÁRIO

RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	X
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Sistema Silvipastorial.....	3
2.2 Componente Arbóreo.....	4
2.2.1 <i>Eucalyptus urophylla</i> .....	5
2.2.2 Características das espécies arbóreas.....	5
2.2.3 Espaçamento de plantio.....	5
2.3 Componente Forrageiro.....	7
2.3.1 Sombreamento.....	7
2.3.2 Tolerância da espécie forrageira à sombra.....	8
3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO I.....	19
CARACTERISTICAS PRODUTIVAS, AGRONÔMICAS E VALOR NUTRITIVO DE <i>Urochloa decumbens</i> EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM <i>Eucalyptus urophylla</i> SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E EM MONOCULTIVO .....	19
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
2.1 Localização do Estudo.....	24
2.2 Clima.....	24
2.3 Solo da Área Experimental.....	25
2.4 Implantação.....	25
2.5 Delineamento Experimental.....	25
2.6 Avaliações.....	26
2.6.1 Altura do pasto .....	26
2.6.2 Acúmulo de forragem.....	26
2.6.3 Taxa de acúmulo de forragem.....	27
2.6.4 Relação folha/colmo .....	27
2.6.5 Composição química .....	27
2.7 Análise Estatística.....	27
3 RESULTADOS.....	28
3.1 Altura.....	28

3.2 Acúmulo de Forragem.....	30
3.3 Taxa de Acúmulo de Forragem.....	31
3.4 Relação Folha/Colmo.....	33
3.5 Matéria Seca.....	35
3.6 Proteína Bruta.....	37
3.7 Fibra em Detergente Neutro.....	40
3.8 Matéria Mineral.....	41
4 DISCUSSÃO.....	43
4.1 Altura.....	43
4.2 Acúmulo de Forragem.....	43
4.3 Taxa de Acúmulo de Forragem.....	44
4.4 Relação Folha/Colmo.....	45
4.5 Matéria Seca.....	45
4.6 Proteína Bruta.....	45
4.7 Fibra em Detergente Neutro.....	46
4.8 Matéria Mineral.....	46
5 CONCLUSÕES.....	48
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
CAPITULO II.....	54
CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS DO <i>Eucalyptus urophylla</i> EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM <i>Urochloa decumbens</i> SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS.....	54
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	56
1 INTRODUÇÃO.....	57
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	59
2.1 Localização do Estudo.....	59
2.2 Clima.....	59
2.3 Solo da Área Experimental.....	59
2.4 Implantação.....	60
2.5 Delineamento Experimental.....	60
2.6 Avaliações.....	60
2.6.1 Porcentagem de sobrevivência.....	60
2.6.2 Altura.....	60
2.6.3 Diâmetro a 30 cm de altura.....	60
2.6.4 Diâmetro a altura do peito.....	60
2.6.5 Diâmetro da copa.....	61

2.6.6	Área basal por planta.....	61
2.6.7	Área basal por hectare.....	61
2.6.8	Volume por planta.....	61
2.6.9	Volume por hectare.....	61
2.6.10	Incremento médio anual.....	61
2.7	Análise Estatística.....	61
3	RESULTADOS.....	63
3.1	Espaçamentos.....	63
3.1.1	24 meses.....	63
3.1.2	30 meses.....	63
3.1.3	36 meses.....	64
3.1.4	42 meses.....	64
3.1.5	48 meses.....	65
3.2	Idades de Plantio do Eucalipto.....	65
3.2.1	Altura.....	65
3.2.2	Diâmetro a 30 cm de altura.....	66
3.2.3	Diâmetro a altura do peito.....	66
3.2.4	Diâmetro da copa no sentido Leste-Oeste.....	67
3.2.5	Diâmetro da copa no sentido Norte-Sul.....	67
3.2.6	Área basal por planta.....	68
3.2.7	Área basal por hectare.....	68
3.2.8	Volume por planta.....	69
3.2.9	Volume por hectare.....	69
3.2.10	Incremento médio anual.....	70
4	DISCUSSÃO.....	71
4.1	Sobrevivência.....	71
4.2	Altura.....	71
4.3	Diâmetro a 30 cm de Altura.....	71
4.4	Diâmetro a Altura do Peito.....	72
4.5	Diâmetro da Copa no Sentido Leste-Oeste e Norte-Sul.....	72
4.6	Área basal por Planta.....	72
4.7	Área basal por Hectare.....	72
4.8	Volume por Planta.....	72
4.9	Volume por Hectare.....	72
4.10	Incremento Médio Anual.....	73
5	CONCLUSÕES.....	74

<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>75</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Em Barbacena, localizada na microrregião dos Campos das Vertentes em Minas Gerais, a agropecuária é exercida tradicionalmente pela agricultura familiar, que corresponde a 83,88% das propriedades rurais e estas ocupam uma área de 41,38% do município (IBGE, 2006). No Brasil, os agricultores familiares produzem cerca de 60% dos alimentos consumidos pelo mercado interno, ocupam 85% dos imóveis rurais do país, detêm 78% de empregos gerados no campo e movimentam R\$ 160 bilhões por ano (IBGE, 2006).

Essas propriedades são caracterizadas por apresentarem pequenas áreas, por utilizarem mão-de-obra familiar, sendo exploradas extensivamente, utilizando técnicas tradicionais. Os agricultores familiares têm dificuldade em se integrar aos mercados, tendo pouco acesso à assistência técnica, com acesso limitado ao sistema de crédito e, muitas vezes, não se enquadram às leis ambientais e possuem pouca diversidade de produtos e de renda. Assim, nos últimos anos, tem aumentado o número de pesquisas destinadas ao desenvolvimento de tecnologias que promovam um aumento da produtividade, lucratividade e preservação ambiental das pequenas propriedades.

Em virtude da procura por opções de produção sustentável por parte da sociedade mundial, uma das tecnologias que vem sendo desenvolvida é o sistema silvipastoril, que implica a presença e o aproveitamento de árvores, pastagem e animais numa mesma área. Esses sistemas promovem benefícios para o solo, árvore, forragem, animal, produtor e meio ambiente.

A ampliação das áreas produtivas é cada vez mais restrita, uma vez que a adequação à legislação ambiental e a carência de recursos são dificuldades a serem superadas pelos produtores, especialmente aqueles considerados agricultores familiares. Por outro lado, a demanda de leite, carne, lã e madeira estão aumentando. Estima-se um crescimento de 37% da população mundial nos próximos 40 anos, dos 7 bilhões de habitantes para 9,2 bilhões de habitantes em 2050 (FAO, 2008). Para atender a essa necessidade de alimentos para a população mundial, a produção da agropecuária terá que crescer. Entretanto, esse crescimento tem que ser obtido pela intensificação do sistema de produção e não pela expansão de novas áreas. Assim maior atenção deve ser dada à busca de estratégias que mantenham a capacidade produtiva do solo, que incorporem as áreas degradadas ao processo produtivo e que diminuam os desmatamentos (DIAS-FILHO, 2005).

O sistema silvipastoril é uma técnica que vem sendo utilizado para reformar pastagens degradadas ou com algum grau de degradação, que é o principal problema das pastagens no Brasil. Essas pastagens foram formadas, na maioria das vezes, em solos de baixa fertilidade natural, o que contribuiu para o avanço do processo de degradação poucos anos após o estabelecimento das pastagens (BODDEY et al., 2004; MACEDO, 2005), constituindo um problema presente em cerca de 36% dos 158 milhões de hectares de pastagens.

A adoção desse sistema torna as pastagens mais produtivas, diminuindo as áreas de pastagens necessárias para produção animal, no entanto, se diminuir o desmatamento, essas áreas podem ser utilizadas para se fazer reflorestamento. Sendo assim, o uso de sistemas silvipastoris pode ser uma alternativa viável para recuperar e desenvolver novas pastagens, em regiões de pecuária de leite e de corte, de forma econômica, social e ambientalmente sustentável (PACIULLO et al., 2007).

Para apoiar a decisão dos produtores rurais de incorporar nas propriedades as atividades agroflorestais, existem linhas específicas de crédito rural. Para os produtores rurais que se enquadrem no PRONAF, as linhas de crédito destinam-se aos investimentos em energia renovável, sustentabilidade ambiental (PRONAF Eco) e investimento para sistemas agroflorestais (PRONAF floresta). Para os demais produtores, as linhas de crédito rural disponíveis são originárias do sistema BNDES e denominadas: PRODUSA (Programa de

investimento à produção sustentável do agronegócio) e PROFLORA (Programa de plantio comercial e recuperação de florestas).

No Brasil, o desenvolvimento da atividade florestal reflete na expansão da área plantada com *Eucalyptus* spp., em várias regiões do país, com a expansão da fronteira agrícola nacional (OLIVEIRA, 2005). O eucalipto é uma espécie exótica de importância comercial para a produção de celulose, papel, carvão, óleos essenciais, tábuas, lenha, mourões, construção e móveis (DUBÉ et al., 2002). Entretanto, atualmente, a produção de madeira da maioria das florestas de eucalipto plantadas está condicionada a ciclos de corte mais curtos, tratamentos silviculturais específicos e menores espaçamentos de plantio, o que excede os padrões de manejo do sistema silvipastoril.

Os efeitos do sistema silvipastoril na produção animal, vegetal e madeireira não têm sido bem quantificados nas fazendas, devido à alta variação entre fazendas e estações do ano, além das dificuldades técnicas relacionadas à obtenção de informações de todas as propriedades (YAMAMOTO et al., 2007). Deste modo, ainda se busca o melhor desenho espacial do componente arbóreo de maneira que se consiga a máxima produtividade da forragem, animal e florestal.

O objetivo desse trabalho foi avaliar as características produtivas e qualitativas do pasto de *Urochloa decumbens* em monocultivo e submetido ao efeito de três espaçamentos de plantio e as características dendrométricas de *Eucalyptus urophylla* nos espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m em um sistema silvipastoril.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Sistema Silvipastoril

Os sistemas silvipastoris (SSP), modalidade dos sistemas agroflorestais, referem-se às técnicas de produção nas quais se integram árvores, plantas forrageiras e animais herbívoros, na mesma área (GARCIA e COUTO, 1997), de forma simultânea ou sequencial com estrutura e interações planejadas (CLASON e SHARROW, 2000), obtendo múltiplos produtos vegetais e animais como madeira, forragem, carne, leite e lã (CARVALHO et al., 1995). Tais sistemas representam uma forma de uso da terra onde atividades silviculturais e pecuárias são combinadas para gerar produção de forma complementar pela interação dos seus componentes (GARCIA e COUTO, 1997).

Quanto à sua concepção, os sistemas silvipastoris podem ser classificados em eventuais ou verdadeiros (BERNARDINO e GARCIA, 2009). Eventuais são aqueles em que a associação árvore/pasto/animal se estabelece em determinado momento de uma exploração arbórea ou pecuária convencional. Neste caso, os subprodutos da exploração são manejados de modo leniente, para não prejudicar o produto principal. Já nos sistemas silvipastoris classificados como verdadeiros, o componente arbóreo, o pasto e os animais são considerados integrantes do sistema desde o planejamento do empreendimento, coexistindo na associação dentro de determinado nível de participação. Os plantios regulares são feitos em espaçamentos ou densidades em que a possibilidade de supressão de um componente por outro é deliberadamente reduzida.

No sistema silvipastoril a exploração é bem mais complexa que a de pastagens exclusivas ou de florestas plantadas. A necessidade de manutenção do equilíbrio entre seus componentes (solo, árvores, forrageiras e animais), aliada ao grande número de interações possíveis entre estes e os fatores climáticos, aumenta a necessidade de um planejamento rigoroso, sendo determinante no sucesso da produção (BERNARDINO e GARCIA, 2009). Assim, ao compreender as relações dos componentes desses sistemas pode-se estabelecer uma agricultura que traga benefícios econômicos, sociais e ecológicos.

Esses sistemas têm mostrado uma opção técnica e economicamente viável para promover a sustentabilidade do sistema de produção animal a pasto (CASTRO et al., 2009). Nos sistemas de produção agropecuária, a sustentabilidade pode ser considerada como a manutenção da produção ao longo do tempo, sem que ocorra a degradação dos recursos naturais dos quais a produção é dependente (BERNARDINO e GARCIA, 2009).

A presença do componente arbóreo na pastagem tem trazido inúmeros benefícios para todos os componentes do sistema. No solo promove melhorias da fertilidade através do suplemento contínuo de matéria orgânica, das características químicas (REIS et al., 2010), físicas e biológicas (CARVALHO et al., 2004), proporcionando o controle da erosão (DIAS-FILHO, 2005) e melhora a captura e armazenagem de água (SANCHEZ, 2001). Na forragem promove alterações na morfologia (LIN et al., 2001), anatomia (ALLARD et al., 1991), composição bromatológica (YAMAMOTO et al., 2007) e no crescimento e produção das plantas das forrageiras (PACIULLO et al., 2011). Nos animais, a presença do componente arbóreo consegue uma melhoria na condição e na produção do animal (PEZO et al., 1990, PEZO e IBRAHIM, 1999), no conforto térmico (TUCKER et al., 2008), serve de quebra-vento e abrigo (MOREIRA et al., 2009). Para o produtor existe a possibilidade de diversificação de renda (ARATO et al., 2003), melhoria na eficiência econômica do uso da terra (DUBÉ et al., 2000) e aumento da sua auto-estima. E por fim para o meio ambiente, promovendo a conservação da biodiversidade (PAGIOLA et al., 2004), do sequestro de carbono (ANDRADE et al., 2008; SOTO-PINTO et al., 2010), a mitigação dos gases de efeito estufa (SCHOENEBERGER, 2009), a melhoria na qualidade da água (NAIR, 2011) e redução do risco de incêndios (ALMEIDA, 1991).

Alcançar esses benefícios em um sistema silvipastoril depende das interações entre pasto, árvores e animais, tal como da competição por recursos de crescimento e produção, como água, radiação e nutrientes que pode tornar a sustentabilidade do sistema inviável (PACIULLO et al., 2011). Um dos principais obstáculos no manejo de sistemas silvipastoris é a alteração do ambiente de crescimento das espécies que constituem o sub-bosque (GOBBI et al., 2011). Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas envolvendo a dinâmica de crescimento, interação e de produção dos componentes arbóreo e forrageiro ao longo dos anos (GOBBI et al., 2011; PACIULLO et al., 2011; ANDRADE et al., 2008; NAIR, 2011). No entanto, ainda são escassas as informações científicas a respeito dos componentes e interações dos sistemas silvipastoris, o que pode ser resultante da complexidade e da longa duração dos sistemas silvipastoris, aliadas às recentes pesquisas e ao número relativamente pequeno de técnicos trabalhando com estes sistemas em diferentes regiões do país (BERNARDINO e GARCIA, 2009).

Além disso, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos com sombra artificial na tentativa de simular o comportamento da forrageira em condição sombreada (GOBBI, et al., 2009; 2011; MARTUSCELLO, et al., 2009). Sendo assim, há necessidade de conduzir experimentos com sombra natural, pois a qualidade e quantidade de radiação fotossinteticamente ativa que chega ao sub-bosque são diferentes do sombreamento artificial, além de apresentar um microclima próprio, envolvendo mais fatores, como fertilidade do solo, temperatura e umidade.

## 2.2 Componente Arbóreo

O setor industrial de base florestal tem sido marcado por um processo de utilização crescente de madeiras provenientes de reflorestamento, colocando o Brasil em sintonia com a ordem mundial, que enfatiza a preservação das florestas naturais e incentiva a implantação de florestas renováveis (MORAIS, 2006). Este cenário tem estimulado a exploração da madeira de reflorestamento, principalmente das espécies do gênero *Eucalyptus* (VALE et al., 2002). Com a crescente demanda de madeira de eucalipto e a elevação dos preços dos produtos florestais, os pequenos e médios proprietários rurais se deparam com a oportunidade de plantar eucalipto.

Para se obter produtos florestais com maior valor agregado, principalmente por meio da exploração de madeira de reflorestamentos para serraria, torna-se necessário aumentar convenientemente o espaçamento entre as linhas de plantio com ciclo de corte mais longo e tratamentos silviculturais específicos (VALE et al., 2002) especialmente para a produção de postes e toras (CACAU et al., 2008). Amplos espaçamentos de eucalipto permitem o consórcio com espécies agrícolas e ou forragem, entretanto, estudos científicos no setor florestal foram menos direcionados para esses sistemas de cultivo. Nos últimos anos, foram estabelecidas áreas extensas de sistemas agroflorestais, com uso do eucalipto em espaçamentos amplos (cerca de 250 árvores ha<sup>-1</sup>), o que tem gerado várias pesquisas sobre o tema (ANDRADE et al., 2001, 2003; DUBÉ et al., 2002; COUTO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007, 2008).

A consorciação do eucalipto com cultivos anuais nas entrelinhas, durante os primeiros anos da instalação da floresta, seguido posteriormente da instalação de pastagens perenes para atividades pecuárias, se apresenta como uma das alternativas potenciais para amortizar os custos iniciais de implantação e manutenção da floresta, além de permitir um fluxo de caixa contínuo ao longo do período de maturação da floresta e fornecer rendas adicionais ao produtor rural e ainda benefícios ambientais a toda sociedade (MACEDO et al., 2008).

Um aspecto positivo da exploração de madeira na propriedade pecuária é a possibilidade de que o usufruto ou o corte da madeira seja feito conforme a oportunidade da época e da rentabilidade da floresta, entre outros, de forma que a idade ótima de rotação, ou do desbaste, ou da talhadia, não seja necessariamente pré determinado como na agricultura

(MELOTTO et al., 2009). Assim, os plantios florestais permitem flexibilidade no corte de modo a maximizar os lucros, agregando renda à área da propriedade rural (RODIGHERI, 1997).

### **2.2.1 *Eucalyptus urophylla***

O gênero *Eucalyptus* é caracterizado pela sua grande capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais, destacando-se também o seu rápido crescimento, características silviculturais desejáveis, produção de elevada quantidade de sementes e facilidade de propagação vegetativa, adequação aos mais diferentes usos industriais, apresenta ciclos de corte muito curtos, práticas silviculturais e de manejo bem estabelecidas e, principalmente, melhoramento genético das espécies (VALE et al., 2002).

Dentre as espécies de *Eucalyptus* existentes no Brasil, o *Eucalyptus urophylla* é uma das mais plantadas e com grande potencial de crescimento em termos de área plantada em função de sua plasticidade e adaptabilidade às mais diversas regiões do país, bem como pela ampla gama de utilização da madeira (EVANGELISTA, 2007).

Segundo SILVA e XAVIER (2006) o *Eucalyptus urophylla*, juntamente com *Eucalyptus deglupta*, são as duas únicas espécies de eucalipto de ocorrência natural fora do território australiano, ocorrendo, naturalmente, na ilha de Timor e em outras ilhas a leste do arquipélago indonésio, em altitudes variando de 400 até 3.000m. O *E. urophylla* é considerada uma das espécies de maior potencial no Brasil, em razão da ampla possibilidade de utilização de madeira, cuja massa específica básica fica ao redor de  $0,5 \text{ g/cm}^3$ . Por ser uma espécie que se adapta às mais diferentes condições de clima e de solo, pode ser mais resistente às doenças do que outras espécies de eucalipto, com amplo espectro de uso, ela é considerada de alta plasticidade, tornando-se, atualmente uma das espécies mais plantadas no Brasil. Quando oriunda de plantações em ciclos curtos, a madeira de *E. urophylla* pode ser utilizada em caixotaria, paletes, celulose, chapas duras, painéis aglomerados, carvão e mourões. Quando oriunda de plantações de ciclo longo e convenientemente manejada, pode ser utilizada intensivamente em construções, laminados e fabricação de móveis.

### **2.2.2 Características das espécies arbóreas**

A escolha de árvores apropriadas para o estabelecimento de sistemas silvipastoris é fundamental para o sucesso desses sistemas, pois suas características influenciam no desenvolvimento do sub-bosque. As características desejáveis das espécies para arborização de pastagens são: compatibilidade ecológica com o local, adaptação ao ambiente e tolerância à seca, geada ou encharcamento do solo, ser perenifólia, facilidade de estabelecimento, apresentar crescimento rápido, ser resistente a ventos, possuir troncos altos e copa pouco densa, propiciar forragem e ou frutos palatáveis, ausência de efeitos tóxicos para os animais, fixar nitrogênio, ter raízes profundas, ausência de efeitos alelopáticos sobre a forragem associada, tolerância a ataques de insetos e doença, capacidade para fornecer sombra, abrigo, controlar a erosão, não deve ter caráter invasor, ser capaz de rebrotar, apresentar aspectos silviculturais conhecidos e atender a demanda do mercado da região (MELO e ZOPY, 2004; POTT, 1993; BAGGIO, 1988; WILDIN, 1990). Entretanto, é difícil encontrar uma espécie com todas essas características, mas é desejável selecionar espécies com o maior número possível dessas características.

### **2.2.3 Espaçamento de plantio**

A escolha do espaçamento entre plantas e entre linha a ser utilizado na implantação de um sistema silvipastoril tem grande importância, porque o espaçamento influencia as variáveis biológicas (altura, diâmetro, copa, qualidade da madeira, área basal e volume) e

operacionais (preparo do solo, tratos silviculturais, desbastes e colheita) (SMITH e STRUB, 1991) e, conseqüentemente, os custos de produção (BALLONI, 1983).

Vários estudos foram conduzidos na tentativa de definir o melhor espaçamento de plantio. Na maioria das vezes, as características avaliadas foram diâmetro a altura do peito, altura, volume e área basal (LEITE et al., 1997).

De modo geral, os resultados mostram que o crescimento em diâmetro é uma característica altamente dependente dos espaçamentos. A escolha do espaçamento de plantio tem um impacto muito maior no diâmetro do que na altura (MORAIS, 2006). Arranjos com espaçamentos mais amplos produzem árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) maior, mas com altura similar à das árvores com espaçamentos mais estreitos (SMITH e STRUB, 1991). Diversos autores já constataram que o DAP é uma característica altamente responsiva ao espaçamento de plantio, sendo tanto maior quanto maior a área útil por planta e a idade do povoamento (LELES et al., 2001; LADEIRA et al., 2001; OLIVEIRA NETO et al., 2003; PINKARD e NEILSEN, 2003).

Entretanto, há controvérsias com relação aos reflexos do espaçamento sobre o crescimento em altura das árvores. Balloni e Simões (1980) afirmam que existem casos em que a altura média aumenta com o espaçamento e outros em que o resultado é inverso. Muitos experimentos têm mostrado uma tendência de aumento do crescimento em altura à medida que se diminui o espaçamento (ASSIS et al., 1999; KRUSCHEWSKY et al., 2007, MAGALHÃES et al., 2007). Isso ocorre porque, nos espaçamentos mais reduzidos, a competição entre plantas em busca de luz é muito mais intensa, em função da necessidade da árvore de ampliar ao máximo a superfície foliar e suprir sua necessidade de fotoassimilados, estimulando-se dessa forma, o crescimento em altura (PATIÑO-VALERA, 1986).

A produção em volume de madeira de um povoamento sempre diminui com o aumento do espaçamento (FISHWICH, 1976, citado por BERNARDO, 1995). Essa diferença de produção torna-se cada vez menor com o aumento da idade das plantas. Em plantios mais densos, a estagnação do crescimento ocorre mais cedo, resultando em rotações mais curtas e indivíduos de dimensões mais reduzidas. A maior produção por unidade de área nos espaçamentos mais reduzidos é devido ao maior número de indivíduos, mais com menor volume individual por árvore (OLIVEIRA NETO et al., 2003; PINKARD e NEILSEN, 2003)

Em espaçamentos mais amplos, espera-se obter uma produção volumétrica no fim de um ciclo, similar àquela obtida em espaçamentos mais reduzidos. A diferença de produção volumétrica de um espaçamento para outro é, portanto, dependente apenas do tempo requerido para se obter plena ocupação do sítio, havendo tendência de produção máxima por unidade de área similar para todos os espaçamentos, o que corresponde à lei da produção final constante (BERNARDO, 1995). Assim as madeiras de alto valor comercial (maiores dimensões) são obtidas com plantio em baixa densidade inicial ou por meio de desbastes no povoamento (BOTELHO, 1998). A produtividade do eucalipto em sistema silvipastoril não é afetada por levar vários anos para ser colhido. Assim, a produção de madeira, neste sistema com alto valor comercial é obtido com espaçamentos maiores, tornando-se mais uma fonte de renda para o produtor.

Além disso, em espaçamentos menores, a necessidade dos desbastes muito precoces, com produção de material de baixo valor comercial, associada ao maior custo com preparo do solo, mudas e fertilizantes, pode gerar um custo de produção muito alto, se comparado com espaçamentos maiores. Estudos têm demonstrado que os custos envolvidos na implantação dos povoamentos mais densos, a necessidade de desbastes precoces e o decréscimo no crescimento com a competição geram um menor lucro nos menores espaçamentos, quando comparados com os espaçamentos mais amplos (BOTELHO, 1998).

Vale ressaltar que o espaçamento modifica a arquitetura da copa, principalmente quanto à forma, ao diâmetro e a permanência de galhos na planta. Bernardo (1995) verificou

que, aos 41 meses de idade, as plantas de *E. urophylla* e *E. pellita*, no espaçamento 3x1,5m, apresentaram galhos finos e sem folhas, em avançado processo de senescência, ainda retidos no tronco, enquanto no espaçamento 4x3m, os galhos eram grossos e com folhas na parte basal da copa. Assim, o espaçamento alterou a relação fonte/dreno para essas duas espécies, ou seja, no espaçamento 4x3m, as plantas mantiveram crescimento de galhos basais em detrimento do crescimento do tronco, principalmente em altura. Uma vantagem, dos espaçamentos maiores é o maior período até o fechamento das copas das árvores que favorece o crescimento da forragem.

Além disso, estes sistemas apresentam inúmeras possibilidades de utilização de diferentes espécies e arranjos, cada um resultando em um conjunto diferente de interações entre seus componentes (ANDRADE et al., 2001). Vários espaçamentos e arranjos vêm sendo testados, no entanto, não há um consenso de qual utilizar.

## **2.3 Componente Forrageiro**

Um dos principais obstáculos no manejo de sistemas silvipastoris é a alteração do ambiente de crescimento das espécies que constituem o sub-bosque (GOBBI et al., 2011). O crescimento das espécies forrageiras em associação com árvores pode ser prejudicado ou favorecido, dependendo de fatores como a tolerância daquelas espécies à sombra, o grau de sombreamento proporcionado pelo componente arbóreo e a competição entre as plantas, com relação à água e nutrientes no solo (RIBASKI et al., 2001). Assim, o sucesso desses sistemas depende da escolha de espécies capazes de se adaptar às condições impostas pelo ambiente e do espaçamento de plantio, por meio do espaçamento e arranjo do plantio que favoreça a maior produtividade do sub-bosque.

### **2.3.1 Sombreamento**

O sombreamento está entre os fatores mais importantes responsáveis pela variação morfofisiológicas das forragens sob as árvores. O sombreamento imposto pelo componente arbóreo pode promover adaptações genéticas e aclimatação fenotípica nas forragens, em função das intensidades de radiação fotossinteticamente ativa (GOBBI et al., 2009). As intensidades de radiação fotossinteticamente ativa podem ser manipuladas pelo espaçamento e arranjo de plantio, na seleção de espécies com copa não muito densa, disposição das árvores em relação ao sol e ao relevo, bem como com técnicas silviculturais de manejo de copa (desbaste e desramas).

Os espaçamentos de plantio maiores permitem maior radiação fotossinteticamente ativa no sub-bosque para conferir o sombreamento moderado. Assim, nesses sistemas o espaçamento de plantio não deve ser superior àquela que intercepte, aproximadamente, 30-50% da radiação fotossinteticamente ativa incidente. Soares et al. (2009) observaram que a radiação fotossinteticamente ativa foi três vezes menor no espaçamento de plantio 15x3m e seis vezes menor no espaçamento de plantio 9x3m e sob projeção da copa em relação à radiação fotossinteticamente ativa em monocultivo. Entretanto, o conhecimento de até quando a forragem cresce em espaçamentos de plantio mais curtos não é bem definido. Essa informação seria importante, pois plantios convencionais (menores espaçamentos) de eucalipto poderiam ser utilizados para produção animal.

A prática silvicultural de desrama e/ou desbaste torna-se essencial e necessária para disponibilizar radiação fotossinteticamente ativa ao sub-bosque, não afetando o seu crescimento e desenvolvimento. O raleamento dos ramos nas árvores melhora a qualidade e a intensidade da radiação fotossinteticamente ativa que chega ao solo, possibilitando o consórcio entre as espécies arbóreas e forrageiras (SOARES et al., 2009). A desrama, retirada dos ramos, é outro procedimento que pode ser adotado para aumentar a passagem de radiação

fotossinteticamente ativa para o sub-bosque, ainda contribuindo para melhorar a qualidade da madeira destinada à laminação e serraria.

A redução da radiação fotossinteticamente ativa e da relação de espectro de luz (vermelho:vermelho extremo), pode modificar o microclima do sub-bosque, tornando a temperatura mais amena, aumentando a umidade do ar, reduzindo a taxa de evapotranspiração e aumentando a umidade do solo (BERNARDINO e GARCIA, 2009).

O uso de telas de polipropileno (sombrite) na análise da resposta de plantas forrageiras ao sombreamento apresenta a vantagem de isolar o efeito da intensidade da radiação fotossinteticamente ativa de outras interferências que ocorrem no sombreamento natural por árvores, tais como a competição por água e nutrientes (ANDRADE et al., 2004). Entretanto, esta técnica possui alguns inconvenientes. Um deles é que o sombreamento natural proporcionado por árvores altera tanto a intensidade quanto a qualidade (relação vermelho:vermelho extremo) da radiação fotossinteticamente ativa incidente no sub-bosque (WILSON e LUDLOW, 1991), ao passo que as telas de polipropileno, embora eficientes na redução da intensidade da radiação fotossinteticamente ativa, não alteram sua qualidade (HUBER e STUEFER, 1997). A redução da relação vermelho:vermelho extremo proporcionada pelo sombreamento natural possui importantes efeitos sobre a morfogênese das plantas. O perfilhamento das gramíneas é mais inibido pelo sombreamento natural do que pelo sombreamento artificial, que não altera a qualidade da luz (WAN e SOSEBEE, 1998; GAUTIER et al., 1999).

O outro inconveniente do sombreamento artificial é que ele altera o microclima do dossel, reduzindo a evapotranspiração (WILSON e LUDLOW, 1991), porém não existe a interferência do componente arbóreo, interceptando a água da chuva em sua copa e competindo com as forrageiras pela água do solo. Nessas condições, há redução do estresse hídrico das plantas sombreadas durante a estação seca, em um nível provavelmente maior do que o proporcionado pelo sombreamento natural (ANDRADE et al., 2004).

### **2.3.2 Tolerância da espécie forrageira à sombra**

A exploração bem sucedida dos sistemas silvipastoris requer o uso de espécies forrageiras tolerantes ao sombreamento, apresentando adaptações que garantam sua sobrevivência e produção satisfatória nestes ambientes. As adaptações às condições de radiação do ambiente ocorrem principalmente durante o crescimento e a diferenciação dos órgãos de assimilação, resultando em alterações morfológicas, histológicas, estruturais e bioquímicas, as quais condicionam o comportamento da planta forrageira (LAMBERS et al., 1998), em função da maior ou menor disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa (ANDRADE et al., 2004; PACIULLO et al., 2008; SOARES et al., 2009).

Entre as principais respostas, destacam-se o aumento da relação parte aérea:raiz, o alongamento de caules, pecíolos e entrenós, o alongamento da lâmina foliar em gramíneas, a redução da ramificação e do perfilhamento, o aumento da área foliar específica e as alterações na relação folha:caule e no ângulo de inclinação das folhas (GOBBI et al., 2009), influenciando o valor nutritivo da forragem e os aspectos morfogenéticos determinantes da produtividade (VARELLA et al., 2001).

A quantidade e qualidade de radiação fotossinteticamente ativa disponível para o crescimento das forrageiras que compõem um sistema silvipastoril é um dos fatores que determina a produção de forragem, sendo importante para a sustentabilidade do sistema (ANDRADE et al., 2002). Entretanto, algumas plantas forrageiras são mais tolerantes à sombra, sendo suas respostas as mais variadas possíveis podendo diminuir, manter ou aumentar a produtividade com a diminuição de intensidade de luz.

O sombreamento intenso pode ser um fator limitante à produção de forragem. A maioria dos estudos com gramíneas tropicais tem mostrado uma redução na massa de

fornagem quando os níveis de sombra excedem 50% da radiação fotossintética incidente devido à diminuição aguda na taxa fotossintética de gramíneas ciclo C<sub>4</sub> (DEVKOTA et al., 2009; GUENNI et al., 2008). Paciullo et al. (2007), ao avaliarem as características morfológicas de *Urochloa decumbens* em um sistema silvipastoril, observaram redução de 53% na massa de forragem do sub-bosque sob 65% de sombra e de 8% sob 35% de sombra.

Soares et al. (2009) ao avaliarem a massa de forragem de espécies forrageiras (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk, *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cvs. Tanzânia, Aruana e Mombaça, *Hemarthria altissima* cv. Florida; *Paspalum notatum* cv. Pensacola, *Axonopus catharinensis*, *Cynodon* sp. híbrido Tifton-85; *Arachis pintoii* cvs. Alqueire e Amarillo) submetidas a diferentes níveis de luminosidade produzidos por árvores de *Pinus taeda* de 10 anos de idade e 12m de altura (monocultivo, 9x3m e 15x3m), na projeção da copa e no meio da entrelinha de árvores, observaram que a massa de forragem foi afetada negativamente pelo sombreamento. Sendo que, a massa de forragem de todas as espécies forrageiras no espaçamento 15x3m foi superior ao espaçamento 9x3m, tanto no meio da entrelinha quanto na projeção da copa das árvores.

No entanto, em condições de sombreamento moderado, há evidências da manutenção ou mesmo um aumento na produção de forragem, quando comparado às condições de monocultivo (BARUCH e GUENNI, 2007). Castro et al. (2009) avaliando as características agrônômicas de *Urochloa decumbens* em um sistema silvipastoril no verão, observaram aumento de 16% na massa de forragem do sub-bosque sob 45% de sombra e um aumento de 22% sob 29% de sombra em relação ao monocultivo. Assim a escolha do espaçamento de plantio do eucalipto que promova um sombreamento moderado e essencial para ter sucesso na implantação de um sistema silvipastoril.

A redução de luminosidade não interferiu na massa de forragem, o que pode ser atribuído à tolerância da braquiária ao sombreamento moderado (PACIULLO et al., 2007; GUENNI et al., 2008). Nas gramíneas do gênero *Urochloa* sob sombreamento moderado à redução de 25 a 35% da radiação fotossinteticamente ativa têm-se obtido massa de forragem semelhante ou maiores do que em monocultivo (PACIULLO et al., 2007; GUENNI et al., 2008; SOARES et al., 2009).

Outro tipo de adaptação é na altura. O cultivo de várias espécies de gramíneas forrageiras sob diferentes níveis de redução da intensidade luminosa resultou em plantas mais altas e com colmos mais longos (WONG e WILSON, 1980). Essa reação foi considerada por SKUTERUD (1984) como forma de compensação à deficiência de luz. GOBBI et al. (2009) ao avaliarem as características morfológicas, estruturais do capim-braquiária sob três níveis de sombreamento artificial (0, 50 e 70%), observaram que o sombreamento crescente estimulou o aumento da altura média do dossel e do comprimento de pecíolos, colmos e lâminas foliares em todos os cortes das espécies avaliadas.

A melhoria do valor nutricional da forragem sob sombreamento, principalmente pelo aumento em conteúdo de proteína bruta, reflete no melhor desempenho de animais em uma dieta de pasto (SOUSA et al., 2010; YAMAMOTO et al., 2007). A melhoria dos teores de proteína bruta e de minerais na forragem, tais como cálcio, fósforo e potássio (DEINUM et al., 1996; DURR e RANGEL, 2000) em comparação com monocultivo deve-se ao aumento da disponibilidade de vários nutrientes no solo, sob sombreamento (PACIULLO et al., 2007).

O enriquecimento do solo de pastagens, em áreas sob a influência das copas de árvores, tem sido observado em várias regiões e ocorre em razão do aproveitamento de nutrientes pelas árvores, de camadas do solo que estão fora do alcance das raízes das forrageiras, e à incorporação gradativa de biomassa das árvores à pastagem (SÁNCHEZ et al., 2003). Este material (decomposição de folhas, frutos, casca, galhos), acumulado na camada superficial, além de promover a ciclagem de nutrientes, pode constituir também uma proteção adicional do solo contra erosão (PAYNE, 1985). Com isso, as condições ambientais no solo e

na interface solo/liteira contribuem para o aumento da atividade microbológica, tendo como consequência o aumento da taxa de mineralização dos nutrientes (BERNARDINO e GARCIA, 2009).

As respostas das plantas forrageiras quanto a porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) são contrastantes e indicam uma tendência de redução dos teores de FDN (CARVALHO, 2001). Também foi observado um aumento no teor de lignina em gramíneas cultivadas à sombra, em relação àquelas cultivadas em pleno sol (SAMARAKOON et al., 1990).

Efeito significativo da condição de luminosidade foi observado sobre a porcentagem de FDN da *Urochloa decumbens*, o qual foi maior em monocultivo do que sob a copa das árvores (PACIULLO et al., 2006). De acordo com esses autores, a maior concentração de FDN, em monocultivo, é consequência da maior disponibilidade de fotoassimilados, o que resulta em aumento na quantidade de tecido esclerenquimático, com maior número de células e paredes celulares mais espessas.

### 3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALLARD, G.; NELSON, C.J.; PALLARDY, S.G. Shade effects on growth of tall fescue: leaf anatomy and dry matter partitioning. **Crop Science**, v.31, p.163-167, 1991.

ALMEIDA, J.C.C. **Comportamento de *Eucalyptus citriodora* Hooker, em áreas pastejadas por bovinos e por ovinos no Vale do Rio Doce, Minas Gerais.** 1991. 44p. Dissertação (Mestrado em.Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos Cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1178-1185, 2001.

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. Árvores de Baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em Ecossistemas de Pastagens Cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.574-582, 2002.

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C.; VAZ, F.A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.263-270, 2004.

ANDRADE, H.J.; BROOK, R.; IBRAHIM, M. Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry low land of Costa Rica. **Plant Soil**, v.308, p.11-22, 2008.

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S.H.S. Produção e decomposição e de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Journal Brazilian Forest Science**, v.27, p.715-721, 2003.

ASSIS, R.L.; FERREIRA, M.M.; MORAIS, E.J.; FERNANDES, L.A. Produção de biomassa de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 23, n. 2, p. 151-156, 1999.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, O.B. Alguns sistemas de arborização de pastagens. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 17, p. 47-60, 1988.

BALLONI, E.A. Influência do espaçamento de plantio na produtividade florestal. **Silvicultura**, v. 8, n. 31, p. 558-592, 1983.

BALLONI, E.A.; SIMÕES, J.W. **O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais.** Piracicaba: IPEF, 1980. 16 p. (Série técnica, 3).

BARUCH, Z.; GUENNI, O. Irradiance and defoliation effects in three species of the forage grass *Urochloa*. **Tropical Grassland**. v.41, p.269-276, 2007.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. Sistemas Silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.77-87, 2009.

BERNARDO, A. L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região do cerrado de Minas Gerais.** 1995. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BODDEY, R.M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R.M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O.C.; REZENDE, C.P.; CANTARUTTI, R.B.; PEREIRA, J.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in Urochloa pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.103, p.389-403, 2004.

BOTELHO, S.A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p. 381-405.

CACAU, F.V.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; LEITE, H.G.; ALVES, F.F.; SOUZA, F.C. Decepa de plantas jovens de eucalipto e manejo de brotações, em um sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p.1457-1465, nov. 2008.

CARVALHO, M.M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 2001, Juiz de Fora. **Anais ... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite**, 2001. p.85-108.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um subbosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicais**, v.17, p.24-30, 1995.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W.J.; ARMANDO, M.S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1153-1155, 2004.

CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; GOMODE, C.A.M.; MULLER, M.D.; NASCIMENTO JR, E.R. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Urochloa decumbens* em Sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p. 19-25, 2009.

CLASON, T.R.; SHARROW, S.H. Silvopastoral practices In H.E. Garrett et al. (ed.) North American agroforestry: **An integrated science and practice.** ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. 2000. p.119-147.

COUTO, L.; TSUKAMOTO FILHO, A.A.; NEVES, J.C.L.; RIBEIRO, C.A.A.S.; PASSOS, C.A.M.; RIBEIRO, C.A.A.S.; ARAUJO, M.M.F.C. Produção e alocação de biomassa em um sistema agrissilvipastoril com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais. **Biomassa Energia**, v.1, p.321-334, 2004.

DEINUM, B.; SULASTRI, R.D.; ZEINAB, M.H.J.; MAASSEN, A. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Urochloa brizantha* and *Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.44, p.111-124, 1996.

DEVKOTA, N.R.; KEMP, P.D.; HODGSON, J.; VALENTINE, I.; JAYA, I.K.D. Relationship between tree canopy height and the production of pasture species in a silvopastoral system based on alder trees. **Agroforestry System**, 76, 363–374. 2009.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação** - 2a. Edição. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.173p.

DUBÉ, F.; COUTO, L.; GARCIA, R.; ARAUJO, G.A.A.; LEITE, H.G.; SILVA, M.L. Avaliação econômica de um sistema agroflorestal com *Eucalyptus sp.* No nordeste do Estado de Minas Gerais: o caso da Companhia Mineira de Metais. **Revista Árvore**, v. 24, n. 4, p. 437-443, 2000.

DUBÉ, F.; COUTO, L.; SILVA, M.L.; LEITE, H.G.; GARCIA, R.; ARAUJO, G.A.A. simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial *Eucalyptus* based agroforestry system in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, v.55, p.73–80, 2002.

DURR, P.A.; RANGEL, J. The response of *Panicum maximum* to a simulated subcanopy environment. I. Soil x shade interaction. **Tropical Grasslands**, v.34, p.110-117, 2000.

EVANGELISTA, W. V. **Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, oriunda de consórcio agrossilvipastoril**. 2007. 120p. Dissertação (Mestrado em.Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO (2008). **Live animals**. Disponível em: <<http://fao.stat.fao.org>> Acesso em: 26/4/2010.

GARCIA, R.; COUTO, L. Silvopastoral systems: emergent technology of sustainability. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO/UFV, 1997. p.281-302.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, v.83, p.423-429, 1999.

GOBBI K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M.C.; GARCEZ NETO, A.F.; ROCHA, G.C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1436-1444, 2011.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; NETO A.F.G.; PEREIRA, O.G.; VENTRELLA, M.C.; ROCHA, G.C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Urochloa* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75–87, 2008.

HUBER, H.; STUEFER, J.F. Shade-induced changes in the branching pattern of a stoloniferous herb: functional response or allometric effect? **Oecologia**, v.110, p.478-486, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa pecuária municipal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: 20/4/2010. 2006

KRUSCHEWSKY, G.C.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T.K; Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus spp.*, em sistema agrossilvipastoril no cerrado. **Cerne**, v.13, n.4, p.360-367, 2007.

LADEIRA, B.C.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Produção de biomassa de eucalipto sob três espaçamentos, em uma sequência de idade. **Revista Árvore**, v.25, n.1, p.69-78, 2001.

LAMBERS, H.; CHAPIM III, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 1998. 540p.

LEITE, F.P.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; SANS, L.M.A.; FABRES, A.S. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Revista Árvore**, v.21, n.3, p.313-321, 1997.

LELES, P.S.S.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MORAIS, E.J. Crescimento, produção e alocação de matéria seca de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado, MG. **Scientia Forestalis**, n.59, p.77-87, 2001.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F.; GARRET, H.E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v.53, p.269–281, 2001.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais**. Goiânia: SBZ, 2005. p.56-84.

MACEDO, R.L.G; VALE, A.B.; VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris. **Informe Agropecuário EPAMIG**, v.29, n.242, p. 71-85, 2008.

MAGALHÃES, W.M.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E.M.; JÚNIOR, M.Y. Desempenho silvicultural de clones e espécies/procedências de *Eucalyptus* na região noroeste de Minas Gerais. **Cerne**, v.13, n.4, p.368-375, 2007.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M.; LAURA, V.A.; CUNHA, D.N.F.V.R. Produção de gramíneas do gênero *Urochloa* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1183-1190, 2009.

MELO, J. T.; ZOBY, J. L. F. **Espécies para arborização de pastagens**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2004. 4p. (Circular Técnica, 113).

MELOTTO, A.; NICODEMO, M.L.; BOCCHESI, R.A.; LAURA, V.A.; NETO, M.M.G.; SCHLEDER, D.D.; POTT, A.; SILVA, V.P. Sobrevivência e crescimento inicial em campo

de espécies florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.425-432, 2009

MORAIS, V.M. **Dinâmica de crescimento de eucalipto clonal sob diferentes espaçamentos, na região noroeste do estado de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006.63p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

MOREIRA, G.R.; SALIBA, E.O.S.; MAURÍCIO, R.M.; SOUSA, L.F.; FIGUEIREDO, M.P.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. Avaliação da *Urochloa brizantha* cv. marandu em sistemas silvipastoris. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.706-713, 2009.

NAIR, P. K. R. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. **Journal Environmental Quality**, v.40, p.784–790, 2011.

OLIVEIRA NETO, S.N.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; NEVES, J.C.L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.15-23, 2003.

OLIVEIRA, C.H.R.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; XAVIER, A.; STOCKS, J.J. Área foliar e biomassa de plantas intactas e de brotações de plantas jovens de clone de eucalipto em sistemas agrossilvipastoris. **Revista Árvore**, v.32, p.59-68, 2008.

OLIVEIRA, T. K. **Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de Cerrado**. 2005. 150p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; BOTELHO, S.A.; HIGASHIKAWA, E.M.; MAGALHÃES, W.M. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, v.13, p.40-50, 2007.

PACIULLO, D. S. C., CAMPOS, N. R., GOMIDE, C. A. M., CASTRO, C. R. T., TAVELA, R. C., ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.917-923, 2008.

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

PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; GOMIDE, C.A.M., MAURÍCIO, R.M.; PIRES, M.F.Á.; MÜLLER, M.D.; XAVIER, D.F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system, **Livestock Science**, 2011.

PACIULLO, D.S.C.; MORENZ, M.J.F.; CARVALHO, C.A.B.; LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M.; COSTA, F.J.N.; RODRIGUES, G.S.; MOTTA, A.C.S. Valor nutritivo da *Urochloa decumbens* em condições de sombreamento por árvores ou a sol pleno. In: REUNIÃO

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD

PAGIOLA, S.; AGOSTINI, P.; GOBBI, J.; HAAN, C.; IBRAHIM, M.; MURGUEITIO, E.; RAMÍREZ, E.; ROSALES, M.; RUÍZ, J.P. 2004. **Paying for biodiversity conservation services in agricultural landscapes**. Environment Department Paper No. 96, Environmental Economics Series. World Bank, Washington, DC.

PATIÑO-VALERA, F. **Variação genética em progênes de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com espaçamento**. 1986. 192 p. (Dissertação de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1986.

PAYNE, W.J.S. A review of the possibilities for integrating cattle and tree crop production systems in the tropics. **Forest ecology and management**, v.13, p.1-36, 1985.

PEZO, D., IBRAHIM, M. **Sistema Silvopastoriles**. Modulo de Ensenanza. No. 2. CATIE, Turrialba, 1999.

PEZO, D.; KASS, M.; BENAVIDES, J.; ROMERO, F.; CHAVES, C. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Shrubs and Tree fodders for farm animals, 1990, Proceedings of a Workshop in Denpasar, Indonesia. IDRC, Ottawa, 1990.

PINKARD, E. A.; NEILSEN, W. A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, v.172, n.2 v.3, p.215-227, 2003.

POTT, A. Árvores no sistema pastoril. In: ALCÂNTARA, V.B.G. et al. eds. Simpósio sobre usos múltiplos de leguminosas arbóreas e arbustivas. Nova Odessa, 1993. **Anais...** Nova Odessa, SP, Instituto de Zootecnia, 1993, p.95-129.

REIS, G. L.; LANA, Â.M.Q.; MAURÍCIO, R.M.; LANA, R.M.Q.; MACHADO, R.M.; BORGES, I.; NETO, T.Q. Influence of trees on soil nutrient pools in a silvopastoral system in the Brazilian Savannah. **Plant Soil**, v.329, p.185–193, 2010.

RIBASKI, J., MONTOYA, L. J. V., RODIGHERI, H. R. Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos. **Informe Agropecuário**, v.22, n.212, p.61-67, 2001.

RODIGHERI, H. R. **Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais comerva-mate, eucalipto e pinus e asculturas do feijão, milho, soja e trigo**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1997. 36p. (Circular Técnica, 26).

SAMARAKOON, S.P.; WILSON, J.R.; SHELTON, H.M. Growth, morphology and nutritive value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, p. 161-169, 1990.

SÁNCHEZ, M.D. Panorama dos sistemas agroflorestais pecuários na América Latina. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Eds). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.9-17.

SÁNCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, M.; SIMÓN, L. Efecto del sistema silvopastoril en la fertilidad edáfica en unidades lecheras de la empresa Nazareno. **Pastos y Forrajes**, v.26, p.131-136, 2003.

SCHOENEBERGER, M.M. Agroforestry: working trees for sequestering carbon on agricultural lands. **Agroforestry Systems**, v.75, p.27-37, 2009.

SILVA, J.C.; XAVIER, B. A. **Eucalipto: manual pratico do fazendeiro florestal, produzindo madeira com qualidade**. Viçosa, MG. 2006. 65p.

SKUTERUD, R. Growth of *Elymus repens* (L.) Gould and *Agrostis gigantea* Roth. at different light intensities. **Weed Research**, v.24, n.1, p.51-57, 1984.

SMITH, W. D.; STRUB, M. R. Initial spacing: how many trees to plant. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed. ) **Forest regeneration manual**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p. 281-289, 1991.

SOARES, A.B.; SARTORE, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOTO-PINTO, L.; ANZUETO, M.; MENDOÇA, J.; FERRER, G.J.; JONG, B. Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, México. **Agroforestry Systems**, v.51, p.78-39, 2010.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; MOREIRA, G.R.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; PEREIRA, L.G.R. Nutritional evaluation of “Braquiaraõ” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, 79, 179-189, 2010.

TUCKER, C.B., ROGERS, A.R., SHÜTZ, K.E. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, v.109, p.141-154, 2008.

VALE, R. S.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORI, F.A.; MORAIS, A.R. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto em sistema agrossilvipastoril. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.285-297, 2002.

VARELLA, A.C.; PERI, P.L.; LUCAS, R.J.; MOOT, D.J.; MCNEIL, D.L. 2001. **Dry matter production and nutritive value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) under different light regimes**. p. 660-661. In J.A. Gomide et al. (ed.) Proc. XIX Int. Grassland Congr. FEALQ, Piracicaba.

WAN, C.; SOSEBEE, R.E. Tillering responses to red:far-red light ratio during different phenological stages in *Eragrostis curvula*. **Environmental and Experimental Botany**, v.40, p.247-254, 1998.

WILDIN, J.H. **Trees for forage systems in Australia**. Queensland Department of Primary Industries. Rockhampton, Australia, 1990. 43p.

WILSON, J.R.; LUDLOW, M.M. **The environment and potential growth of herbage under plantations.** In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. (Ed.). Forages for plantation crops. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1991. p.10-24. (ACIAR Proceedings, 32).

WONG, C.C.; WILSON, J.R. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.31, n.3, p. 269- 285, 1980.

YAMAMOTO, W.; DEWI, I.A.; IBRAHIM, M. Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. **Agricultural Systems**, v.94, p. 368–375, 2007.

## **CAPÍTULO I**

### **CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, AGRONÔMICAS E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE *Urochloa decumbens* EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM *Eucalyptus urophylla* SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E EM MONOCULTIVO**

## RESUMO

As características produtivas, agronômicas e composição bromatológica do pasto de *Urochloa decumbens*, foram avaliadas em resposta ao efeito de três espaçamentos de plantio (3x2m, 6x4m e 10x4m) de *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril e em monocultivo na época chuvosa do ano, com o objetivo de se determinar o melhor sistema e a influência do espaçamento de plantio no cultivo dessa forrageira. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos completos casualizados, com quatro blocos e duas repetições por bloco. Para avaliar os sistemas de plantio do capim-braquiária foi utilizado o arranjo em parcelas subdivididas com quatro tratamentos (monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x4m), três datas de cortes (06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011), onde os tratamentos foram alocados nas parcelas e as datas de corte nas subparcelas. Para avaliar as distâncias da linha de plantio do eucalipto em cada espaçamento foi utilizado o arranjo em parcela subdividida com três tratamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m), quatro distâncias (0, 33, 66, 100% em relação ao meio das entrelinhas do eucalipto) e três datas de cortes (06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011), onde os tratamentos foram alocados nas parcelas, as distâncias nas subparcelas e datas de corte na subsubparcela. Foi avaliado a altura, o acúmulo de forragem (AF), a taxa de acúmulo de forragem (TAMF), a relação folha/colmo (F/C), as porcentagens de matéria seca (MS), e os teores proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral (MM), em diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66, e 100% em relação ao meio das entrelinhas do eucalipto) e em monocultivo. O AF e TAMF do capim braquiária foi maior no espaçamento 10x4m e em monocultivo. A maior altura, teor de PB e MM foram encontrados nos espaçamentos de plantio do eucalipto. Maiores porcentagem de MS e teor de FDN foram encontrados em monocultivo. O teor de FDN diminuíram na medida em que se distanciou da linha de plantio do eucalipto, comportamento contrário foi observado para F/C e MS. O AF, TAMF e PB aumentaram até a distância de 66% em relação ao meio da entre linha do eucalipto diminuindo a partir desse ponto. O sistema que promoveu maior quantidade e qualidade do capim-braquiária aos 48 meses após o plantio do eucalipto foi o espaçamento 10x4m, assim apresentando maior potencial para utilização em sistema silvipastoril.

**Palavras chave:** Sombreamento, Acúmulo de Forragem e Sistemas Agroflorestais

## ABSTRACT

The productive characteristics, agronomic and nutritive value of pasture of *Urochloa decumbens*, were evaluated in response to the effect of three planting space (3x2m, 6x4m and 10x4m) of *Eucalyptus urophylla* in silvopastoral system and monoculture in the rainy season of the year, with the objective to determine the best system and the influence of planting space in the cultivation of fodder. It was used a randomized complete block design with four blocks and two replicates per block. To evaluate the spacing of signalgrass in a split plot arrangement was used with four treatments (monoculture, 3x2m, 6x4m and 10x4m), three dates of cuts (06/01/2011, 02/02/2011 and 08/04 /2011), where the treatments were allocated to plots and subplots court dates. To evaluate the distances of the rows of eucalyptus trees in each spacing was used in aranjeo split split plot with three treatments (3x2m, 6x4m and 10x4m), four distances (0, 33, 66, 100% compared to between rows of eucalyptus) and three cutting dates (06/01/2011, 02/02/2011 and 08/04/2011), where the treatments were allocated to plots, subplots and distances court dates in the subsubplot. We assessed the height, herbage accumulation (AF), the rate of herbage accumulation (TAMF), the leaf/stem ratio (F/C), dry matter (DM), crude protein (CP), fiber neutral detergent fiber (NDF) and mineral matter (MM), at different distances from the rows of eucalyptus (0, 33, 66, and 100% compared to between rows of eucalyptus) and monoculture. The height and the NDF has decreased to the extent that is distanced from the rows of eucalyptus opposite behavior is observed for F/C and MS. The AF and TAMF were negatively affected by row spacing, on the other hand, the percentage of CP and MM were higher in gaps compared to monoculture. The percentage of NDF did not differ significantly between the distances of the rows of eucalyptus. The system that promoted greater quantity and quality of grass *Urochloa* was 10x4m spacing, thus presenting the greatest potential for use in silvopastoral system.

**Key words:** Shading, Forage accumulation, chemical composition

## 1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de novas áreas para expansão agrícola está cada vez menor, sendo assim, é essencial que se tenha sistemas de produção mais eficientes para manter a sustentabilidade de pastagens (BROSSARD e BARCELLOS, 2005). O sistema silvipastoril, por ser uma técnica de uso da terra capaz de recuperar ecossistemas alterados pelo mau manejo, pela integração de atividades agrícolas, pecuárias e silviculturais, passa a representar uma tecnologia que confere maior sustentabilidade que os sistemas tradicionais, nos quais os monocultivos são predominantes (BERNARDINO e GARCIA, 2009). Esse sistema oferece uma alternativa aos problemas da baixa produtividade, de escassez de alimentos e da degradação ambiental generalizada (SANTOS, 2000).

A necessidade de manutenção do equilíbrio entre seus componentes (árvores, forrageiras e herbívoros), aliada ao grande número de interações possíveis entre estes e os fatores clima e solo, aumenta a necessidade de um planejamento rigoroso, incluindo mercado, produtos, espécies, espaçamento, arranjo e manejo, bem como as dificuldades gerenciais na condução da atividade (ANDRADE et al., 2003).

A exploração bem sucedida dos sistemas silvipastoris requer o uso de espécies forrageiras tolerantes às condições de baixa luminosidade, apresentando adaptações que garantam sua sobrevivência e produção satisfatória nestes ambientes (GOBBI et al., 2011). Embora algumas plantas forrageiras que constituem o sub-bosque sejam mais tolerantes à sombra do que outras, o efeito geral de diminuição de radiação fotossinteticamente ativa é a redução da produtividade e melhoria do valor nutritivo do sub-bosque (BERNARDINO e GARCIA, 2009).

O capim-braquiária é considerado uma espécie forrageira de média tolerância ao sombreamento (CASTRO et al., 1999; PACIULLO et al., 2007, 2008 e 2009; GOBBI et al., 2009) o que se deve às alterações morfofisiológicas dessa forrageira e ao microclima formado em ecossistemas arborizados.

A baixa interferência da luminosidade na produtividade de forragem pode ser atribuída à tolerância do capim-braquiária ao sombreamento moderado (FONSECA et al., 2010). Paciullo et al. (2008) ao avaliarem a taxa de acúmulo do capim-braquiária, cultivada em três graus de sombreamento (0, 18 e 50%), observaram maior taxa de acúmulo de forragem nas plantas com 50% de sombra ( $41 \text{ kg ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ) quando comparadas às plantas com 18% de sombra ( $32 \text{ kg ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ) e em monocultivo ( $38 \text{ Kg ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ). Entretanto, Gobbi et al. (2009) observaram redução 18 e 52% na massa de forragem do capim-braquiária sob sombreamento artificial, respectivamente para os níveis de 50 e 70% de sombreamento em relação ao monocultivo.

Segundo Sánchez (2001), a introdução de árvores e arbustos de uso múltiplo ou forrageiro em pastagens pode aumentar não somente a quantidade, mas também a qualidade da forrageira disponível aos animais. Em sistemas arborizados, o sombreamento influencia positivamente o valor nutritivo da forragem pela melhoria de seus teores de proteína bruta e de minerais da forragem (cálcio, fósforo e potássio) (DURR e RANGEL, 2000), em comparação em monocultivo. Entretanto, sobre os teores de fibra e digestibilidade, os resultados ainda são contraditórios. Soares et al. (2009) relataram maiores teores de proteína bruta e menores de fibra em detergente neutro do capim-braquiária sombreado, em relação ao cultivo em monocultivo. Paciullo et al. (2011) observaram maior teor de proteína bruta em sistema silvipastoril (8,8%) que em monocultivo (7,8%) durante a estação chuvosa.

O ideal é que se faça um planejamento do espaçamento de plantio, desde seu estabelecimento, para que as plantas se adaptem ao nível de sombreamento, permitindo crescimento equilibrado entre as árvores e o pasto (SOARES et al., 2009). Assim, os

espaçamentos de plantio determinam o nível de radiação fotossinteticamente ativa que chega ao sub-bosque.

O nível de radiação é determinante para o crescimento e desenvolvimento da planta forrageira, no entanto, a quantidade e qualidade de radiação fotossinteticamente ativa que chega ao dossel forrageiro em sistemas silvipastoril e em monocultivo são diferentes. Assim, é necessário um maior entendimento das adaptações das plantas nesses sistemas, podendo contribuir para a adoção de técnicas de manejo para obtenção de forragem de qualidade e manutenção da sustentabilidade do sistema produtivo.

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as características produtivas, agronômicas e a composição bromatológica do pasto de *Urochloa decumbens*, sob o efeito de três espaçamentos de plantio de *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril e em monocultivo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização do Estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Registro, localizada no município de Barbacena, MG - Brasil, situada a latitude de 21°15'18''S e longitude de 43°44'01''W e a 1.092m de altitude. O *Eucalyptus urophylla* foi plantado no sentido leste-oeste nos espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m em janeiro de 2008, em uma pastagem de *Urochloa decumbens* (capim-braquiária) de 2,27 ha, formada há 15 anos (Figura 1).

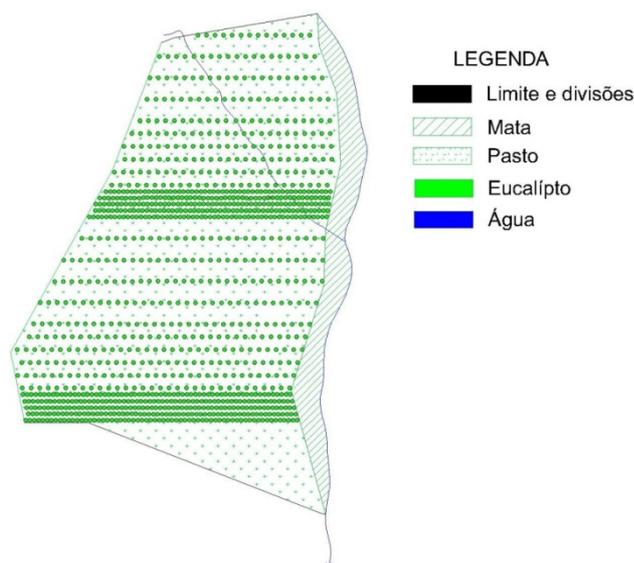


Figura 1. Croqui da área experimental.

### 2.2 Clima

O clima é do tipo Cwb (Classificação de Köppen), tropical de altitude, com invernos frios e verões brandos, por ser uma região de relevo serrano. As médias de temperatura máxima e mínima são 24,5 °C e 14,7 °C, respectivamente. O índice pluviométrico foi de 1.800 mm durante o ano, distribuído nos meses de outubro a abril (INMET, 2012).

Na Figura 2 são apresentados os resultados das temperaturas máxima, mínima e de precipitação entre os meses de julho de 2010 a junho de 2011.

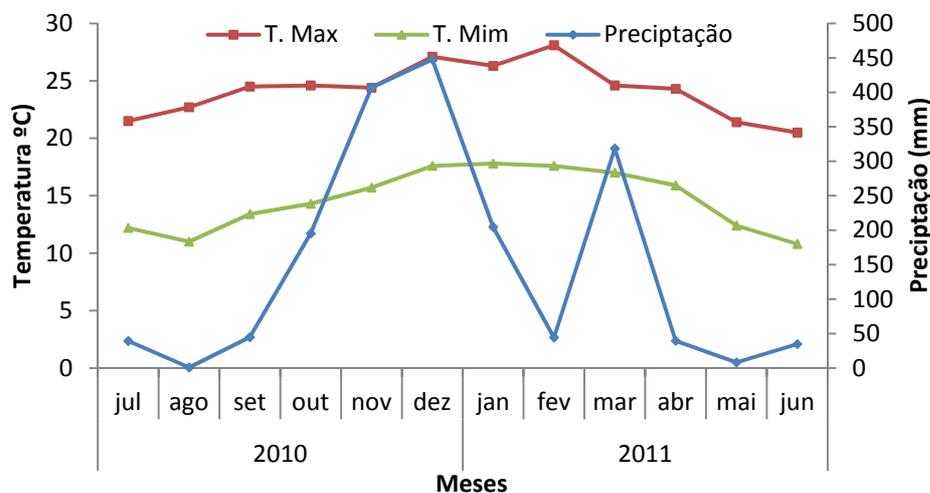


Figura 2. Temperatura máxima, mínima e precipitação entre os meses de julho de 2010 a junho de 2011. (Fonte: INMET, 2012)

### 2.3 Solo da Área Experimental

Na Tabela 1 encontram-se os resultados da análise química do solo nas profundidades de 0–10 e 10–20 cm aos 24 meses após o plantio do eucalipto. Foi realizada a prática de calagem aplicando-se uma tonelada de calcário dolomítico por hectare, conforme os resultados da análise química e a exigência da *Urochloa decumbens* segundo Cantarutti et al. (1999). Em seguida realizou-se a fosfatagem utilizando 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples, aplicados de uma só vez em cobertura.

Para adubação de manutenção foi utilizado 30 kg/ha de N na forma de uréia e 25 kg/ha de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio, aplicadas em cobertura após cada corte.

**Tabela 1.** Resultados da análise química do solo do pasto de capim-braquiária nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m e nas profundidades 0-10 e 10-20cm aos 24 meses após o plantio do eucalipto.

Esp.	Profun. (cm)	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	T	V	pHágua	Cor	P
					Cmolc / dm <sup>3</sup>				%	1:2,5	%	mg/L
3x2m	0-10	0,005	1,33	0,52	10,00	9,80	1,07	1,93	16,10	4,96	1,82	3,00
	10-20	0,003	1,02	0,63	6,00	9,26	1,66	1,68	15,35	4,86	2,15	4,00
6x4m	0-10	0,003	1,66	1,17	11,33	9,70	1,26	2,79	22,07	4,83	2,54	4,33
	10-20	0,003	1,53	0,82	10,66	10,20	1,30	2,46	19,33	4,73	2,70	4,33
10x4m	0-10	0,004	1,12	0,53	9,33	10,23	1,20	1,69	14,14	4,90	2,36	5,66
	10-20	0,003	1,18	0,66	9,66	7,30	0,40	1,79	20,36	5,20	2,15	4,66

### 2.4 Delineamento Experimental

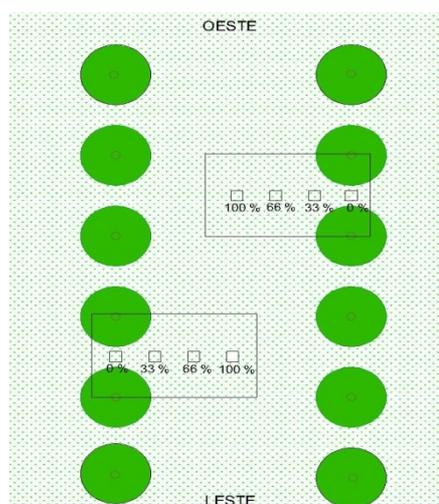
Os tratamentos consistiram nos espaçamentos de plantio do eucalipto (3x2m, com 1.666 árvores/ha, 6x4m, com 416 árvores/ha e 10x4m, com 250 árvores/ha) e ausência de árvores (monocultivo). Eles foram organizados sob um delineamento experimental em blocos completos casualizados, com quatro blocos.

Para avaliar os sistemas de plantio do capim-braquiária foi utilizado o arranjo em parcelas subdivididas com quatro tratamentos (monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x4m), três datas de cortes (06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011), onde os tratamentos foram alocados nas parcelas e as datas de corte nas subparcelas.

Para avaliar as distâncias da linha de plantio do eucalipto em cada espaçamento foi utilizado o arranjo em parcela subdividida com três tratamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m), quatro distâncias (0, 33, 66, 100% em relação ao meio das entrelinhas do eucalipto) e três datas de cortes (06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011), onde os tratamentos foram alocados nas parcelas, as distâncias nas subparcelas e datas de corte nas subsubparcelas.

### 2.5 Implantação

Em outubro de 2010 foram alocadas as duas unidades experimentais por bloco nos espaçamentos de plantio do eucalipto e em monocultivo. As unidades experimentais dos tratamentos monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x4m têm dimensões de 16, 6, 20 e 28m<sup>2</sup> respectivamente. Nos espaçamentos de plantio do eucalipto foram alocadas quatro unidades de amostragens por unidade experimental em diferentes distâncias das linhas de plantio do eucalipto, sendo uma a 0% (linha do eucalipto) e as demais a 33, 66 e a 100% em relação ao meio da entrelinha do eucalipto (Figura 3). No espaçamento 3x2m as unidades de amostragens foram alocadas na linha à 0,5, 1,0 e 1,5m. No espaçamento 6x4m na linha à 1,0, 2,0 e 3,0m. Já no espaçamento 10x4m na linha à 1,65, 3,3 e 5,0m. Posteriormente foi realizado um corte da forragem rente ao solo, com objetivo de retirar todo o material acumulado (homogeneização) para o posterior início das avaliações.



**Figura 3.** Esquema das distâncias das linhas de plantio do eucalipto, sendo uma a 0 % (linha do eucalipto) e as demais a 33, 66 e a 100% em relação ao meio da entrelinha do eucalipto.

No dia seis de novembro de 2010, quando a altura média do pasto no tratamento com ausência de árvores (monocultivo) apresentou 30cm, foi realizado um corte deixando-se um resíduo de 15cm. A partir de então, foram realizados os três cortes de avaliação nos dias seis de janeiro, dois de fevereiro e oito de abril de 2011, que corresponderam ao primeiro, segundo e terceiro cortes, respectivamente.

## 2.6 Avaliações

A altura não comprimida do dossel forrageiro foi utilizada como critério de desfolhação. A altura de 30cm no tratamento monocultivo foi estabelecida para determinar o momento do corte da forragem de todas as unidades experimentais, rebaixando até 15cm do solo. Para avaliação da *Urochloa decumbens* foi utilizada uma moldura metálica de área útil de 0,5x0,5m em cada unidade de amostragem. Quatro amostras foram coletadas por parcela, com corte manual utilizando-se uma tesoura, sendo uma na linha de plantio do eucalipto e as demais 33, 66 e 100% em relação ao meio da entrelinha do eucalipto. As médias das distâncias da linha do eucalipto (unidades de amostragens) nos espaçamentos de plantio do eucalipto foram utilizadas para calcular a média de cada unidade experimental. Em cada bloco foi utilizado a média das duas unidades experimentais para calcular a média do bloco.

As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição Animal e Pastagem da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

### 2.6.1 Altura do pasto

A altura do dossel foi obtida por meio do método da altura “não comprimida”, que consiste na fixação de uma folha de acetato (folha de transparência) sobre o pasto na área útil da unidade de amostragem. Posteriormente, foram realizadas medições da maior e da menor altura com uma régua graduada em milímetros, obtendo assim uma altura média (DA SILVA e CUNHA, 2003).

### 2.6.2 Acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem foi obtido utilizando os valores de massa de forragem estimados em uma moldura metálica de formato quadrado de 0,5x0,5m onde a forragem foi cortada a 15cm do nível do solo, pesada e encaminhada para estufa de circulação de ar

forçada a 55°C por 72 horas para obtenção da matéria seca (MS). Os valores observados foram extrapolados para kg ha<sup>-1</sup> de MS.

### **2.6.3 Taxa de acúmulo de forragem**

A taxa de acúmulo de forragem (TAF) (kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS) foi obtida pela divisão dos valores de acúmulo de forragem a cada avaliação, em kg/ha, pelos respectivos intervalos de corte em dias.

### **2.6.4 Relação folha/colmo**

A relação folha/colmo foi obtida pela retirada de 15 perfilhos da unidade experimental, os quais foram pesados, separados em folha e colmo + bainha, colocados separadamente em sacos de papel e então encaminhados para estufa de circulação de ar forçada à 55 °C por 72 horas para obtenção da MS. Com os dados de MS das frações folha e colmo + bainha, sua relação foi calculada dividindo a massa seca de folha pela massa seca de colmo + bainha.

### **2.6.5 Composição bromatológica**

A composição bromatológica do capim-braquiária cortada a 15cm do nível do solo foi obtida através das análises de porcentagem de matéria seca (MS) e teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral (MM) como descrito por Silva e Queiroz (2002).

## **2.7 Análise Estatística**

As análises de variância foram realizadas com dados não transformados, analisados por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.0 para Windows, específico para casos de medidas repetidas no tempo e em que o tempo é um fator a ser estudado como causa de variação. Para comparar as distâncias da linha de plantio do eucalipto foi utilizado o procedimento PROC REG do pacote estatístico SAS. A escolha das matrizes de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: espaçamento, distâncias, datas de corte e as interações entre elas. Os efeitos de espaçamento, distâncias, datas de corte, blocos e suas interações foram considerados fixos. Como efeitos aleatórios foram considerados o erro experimental entre unidades e o erro para a mesma unidade no tempo. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com aplicação do teste F. As médias entre tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS”, e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“DIFF”), a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Altura

A altura do capim-braquiária variou ( $p < 0,05$ ) conforme os tratamentos (monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x4m), datas de corte e interação tratamentos x data de corte (Tabela 2). A altura da *Urochloa decumbens* no espaçamento 10x4m foi maior em relação aos espaçamentos 3x2m e em monocultivo, não diferindo do espaçamento 6x4m. A primeira e terceira data de corte apresentaram maior altura que o segundo corte.

**Tabela 2.** Altura (cm) da *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x 4m) e em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011).

Datas de corte	Tratamentos				Médias	EPM
	monocultivo	3x2m	6x4m	10x4m		
06/01/2011	41 <sup>aA</sup>	43 <sup>aA</sup>	42 <sup>aA</sup>	41 <sup>aAB</sup>	42 <sup>A</sup>	
02/02/2011	30 <sup>abB</sup>	24 <sup>bC</sup>	28 <sup>abB</sup>	33 <sup>ab</sup>	29 <sup>B</sup>	3,03
08/04/2011	31 <sup>bB</sup>	31 <sup>bB</sup>	47 <sup>aA</sup>	49 <sup>aA</sup>	39 <sup>A</sup>	
<b>Médias</b>	34 <sup>b</sup>	33 <sup>b</sup>	39 <sup>ab</sup>	41 <sup>a</sup>		2,09

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade. EPM – Erro Padrão da Média.

Na primeira data de corte não foi observado diferença de altura do capim-braquiária entre os espaçamentos e em monocultivo, apresentando altura média de 42,02cm. Na primeira data de corte o critério de desfolhação não foi obedecido. Já na segunda data de corte o espaçamento 3x2m apresentou menor altura, não diferindo do espaçamento 6x4m e em monocultivo. Na terceira data de corte os espaçamentos 6x4m e 10x4m apresentaram maior altura, sendo o espaçamento 10x4m foi 42,19 e 55,5% maior em relação ao monocultivo e ao espaçamento 3x2m, respectivamente.

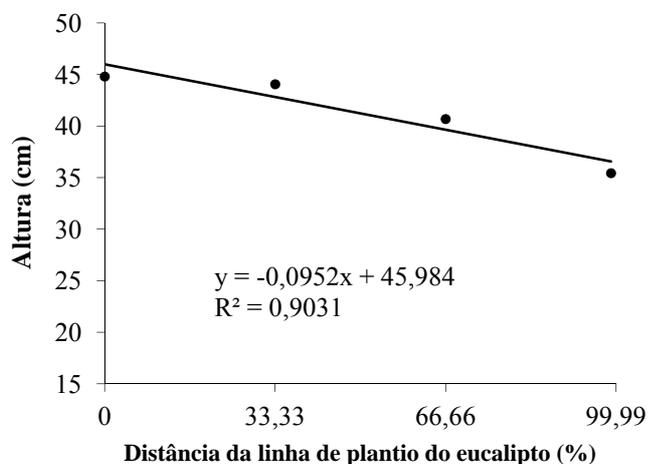
As equações de regressão que melhor se ajustou ao acúmulo de forragem estão apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3** Altura (cm) da *Urochloa decumbens* nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.

Data de corte	Esp.	Distância (%)				Regressão	p	CV (%)
		0	33	66	99			
06/01	3x2m	41	41	44	45	$y = 0,0406x + 41,32$	0,30	18,78
	6x4m	40	42	43	41	$y = -0,0007x^2 + 0,082x + 40,82$	0,67	25,60
	10x4m	44	44	40	35	$y = -0,0952x + 45,98$	0,00	13,75
02/02	3x2m	21	26	25	24	$y = -0,0016x^2 + 0,1871x + 21,42$	0,00	14,72
	6x4m	29	28	27	27	$y = 0,0001x^2 - 0,0325x + 29,13$	0,33	13,06
	10x4m	33	36	35	29	$y = -0,0020x^2 + 0,1722x + 33,45$	0,01	37,92
08/04	3x2m	27	31	33	34	$y = 0,1415x + 27,50$	0,25	37,92
	6x4m	52	38	47	51	$y = 0,0042x^2 - 0,4026x + 50,93$	0,00	17,02
	10x4m	45	49	51	51	$y = 0,1583x + 45,02$	0,06	13,80

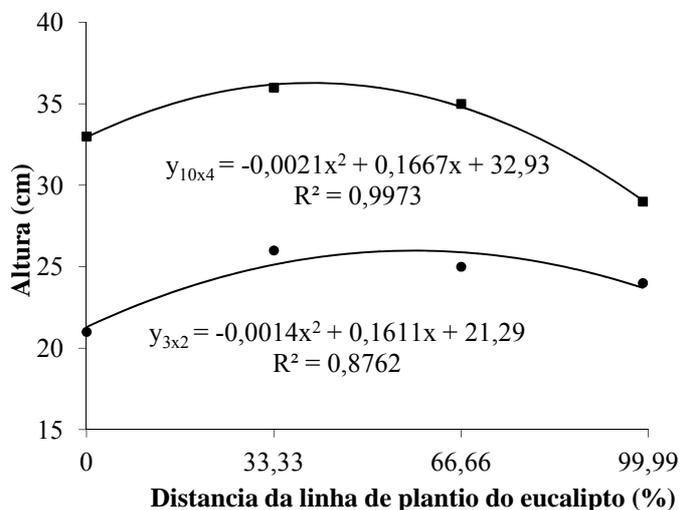
Para altura do capim-braquiária no espaçamento 10x4m na primeira data de corte houve efeito ( $p < 0,05$ ) para as distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%),

ajustando a um modelo linear, com a maior altura verificada na linha do eucalipto e diminuindo à medida em que se distanciou da linha de plantio do eucalipto (Figura 4).



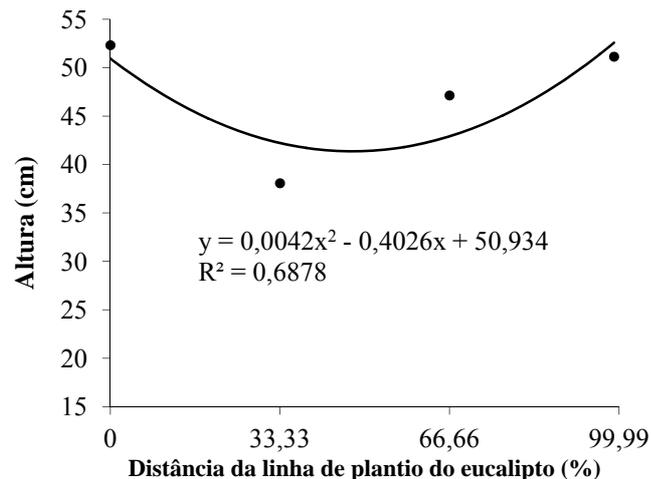
**Figura 4.** Altura (cm) da *Urochloa decumbens* no espaçamento 10x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na primeira data de corte (06/01/2011).

Já para segunda data de corte foi observado efeito quadrático para o espaçamento 3x2m e 10x4m (Figura 5). A altura aumentou na distância de 33% em relação ao meio da entrelinha do eucalipto e diminuiu à medida em que se distanciou da entrelinha do plantio do eucalipto.



**Figura 5.** Altura (cm) da *Urochloa decumbens* no espaçamento 3x2m e 10x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na segunda data de corte (02/02/2011).

Também foi observado efeito ( $p < 0,05$ ) da distância no espaçamento 6x4m na terceira data de corte (Figura 6). A altura diminuiu na distância de 33% em relação ao meio da entrelinha do eucalipto e aumentou à medida em que se distanciou da entrelinha do plantio do eucalipto apresentando resposta quadrática para as distâncias estudadas.



**Figura 6.** Altura (cm) da *Urochloa decumbens* no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na terceira data de corte (08/04/2011).

### 3.2 Acúmulo de Forragem

O acúmulo de forragem (kg/ha de MS) do capim-braquiária variou ( $p < 0,05$ ) conforme os tratamentos (monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x4m), datas de cortes e interação tratamentos x data de corte (Tabela 4). Maior acúmulo de forragem foi observado em monocultivo e no espaçamento 10x4m, sendo em monocultivo 112,63 e 31,20% maior que o espaçamento 3x2m e 6x4m, respectivamente. O acúmulo de forragem na primeira e terceira datas de cortes foi 27,04 e 29,46% maior que na segunda data de corte, respectivamente.

**Tabela 4.** Acúmulo de forragem (Kg/ha de MS) da *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos (3x2, 6x4 e 10x4m) e em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011)

Datas de corte	Tratamentos				Médias	EPM
	Monocultivo	3 x 2 m	6 x 4 m	10 x 4 m		
06/01/2011	2.754,42 <sup>aA</sup>	1.469,07 <sup>bA</sup>	1.871,85 <sup>bAB</sup>	1.909,75 <sup>bB</sup>	2.001,27 <sup>A</sup>	
02/02/2011	2.320,00 <sup>aAB</sup>	731,18 <sup>cB</sup>	1.064,19 <sup>cB</sup>	1.728,12 <sup>bB</sup>	1.460,87 <sup>B</sup>	173,19
08/04/2011	1.835,84 <sup>bcB</sup>	1.049,49 <sup>cAB</sup>	2.330,62 <sup>abA</sup>	3.068,53 <sup>aA</sup>	2.071,12 <sup>A</sup>	
<b>Total</b>	6.910,26	3.249,74	5.266,66	6.706,4		
<b>Médias</b>	2.303,42 <sup>a</sup>	1.083,25 <sup>c</sup>	1.755,56 <sup>b</sup>	2.235,47 <sup>a</sup>		173,19

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade. EPM – Erro Padrão da Média.

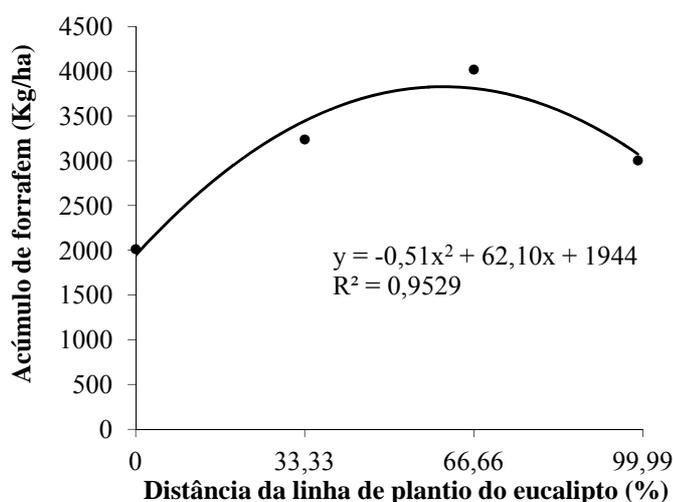
Na primeira e segunda datas de corte o capim-braquiária em monocultivo apresentou maior acúmulo de forragem em relação os espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m. Na segunda data de corte observou-se que o espaçamento 3x2m e 6x4m produziram menores acúmulos de forragem. Na terceira data de corte o acúmulo de forragem no espaçamento 10x4m foi de 3.068,53 Kg/ha de MS sendo maior que os espaçamentos 3x2m, 6x4 m e em monocultivo, que produziram 1.835,84, 2.330,62, e 1.049,49, respectivamente.

As equações de regressão que melhor se ajustou ao acúmulo de forragem estão apresentadas na Tabela 5.

**Tabela 5** Acúmulo de forragem (Kg/ha de MS) da *Urochloa decumbens* nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.

Data de corte	Esp.	Distância (%)				Regressão	p	CV (%)
		0	33	66	99			
06/01	3x2m	1.608	1.303	1.430	1.534	$y = 0,09x^2 - 9,47x + 1585$	0,46	37,31
	6x4m	1.878	2.025	1.847	1.735	$y = 7,14x + 1886$	0,41	37,89
	10x4m	2.286	1.858	1.731	1.761	$y = -15,42x + 2279$	0,25	33,52
02/02	3x2m	660	770	703	790	$y = 1,50x + 676$	0,74	60,68
	6x4m	815	1.075	1.258	1.108	$y = 12,42x + 802$	0,17	30,86
	10x4m	1.511	1.666	2.214	1.519	$y = -0,1x^2 + 20,8x + 1429$	0,30	45,75
08/04	3x2m	770	954	1.277	1.194	$y = 10,79x + 743$	0,47	91,35
	6x4m	1.997	2.425	2.522	2.375	$y = 16,63x + 2002$	0,54	38,36
	10x4m	2.012	3.238	4.019	3.003	$y = -0,5x^2 + 62,1x + 1944$	0,03	31,45

Houve efeito ( $p < 0,05$ ) para as distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) no espaçamento 10x4m na terceira data de corte. As distâncias de 33 e 66% em relação ao meio da rua do eucalipto promoveram um acréscimo no acúmulo de forragem diminuindo à medida em que se aproximou do meio da entrelinha do eucalipto (Figura 6).



**Figura 7.** Acúmulo de forragem (kg/ha de MS) da *Urochloa decumbens* no espaçamento 10x4 m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na terceira data de corte (08/04/2011).

### 3.3 Taxa de Acúmulo de Forragem

A taxa de acúmulo de forragem (kg/ha/dia de MS) de capim-braquiária variou ( $p < 0,05$ ) conforme os tratamentos (monocultivo, 3x2, 6x4 e 10x4m), datas de corte e interação tratamentos x data de corte (Tabela 6). Uma maior taxa de acúmulo de forragem foi observada em monocultivo e no espaçamento 10x4m, 53,10 e 47,50kg/ha/dia de MS respectivamente. A taxa de acúmulo de forragem no espaçamento 3x2m foi de 22,43kg/ha/dia de MS. A primeira e terceira datas de corte apresentaram maior acúmulo de forragem que a segunda data de corte.

Na primeira data de corte foi observado que o capim-braquiária em monocultivo apresentou maior taxa de acúmulo de forragem em relação ao espaçamento 3x2m, mas não

diferindo dos espaçamentos 10x4 e 6x4m. Na segunda data de corte a taxa de acúmulo de forragem do capim-braquiária em monocultivo foi 217, 118,01, 34,25% maior em relação aos espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m, respectivamente. Efeito dos tratamentos na data de corte 08/04 foi verificado sobre a taxa de acúmulo de forragem, com o espaçamento 10x4m apresentando valores superiores aos em monocultivo e no espaçamento 3x2m. A taxa de acúmulo de forragem no espaçamento 6x4m não diferiu do monocultivo, sendo maior que o espaçamento 3x2m.

**Tabela 6.** Taxa de acúmulo de massa seca (kg/ha/dia de MS) da *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m) em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011)

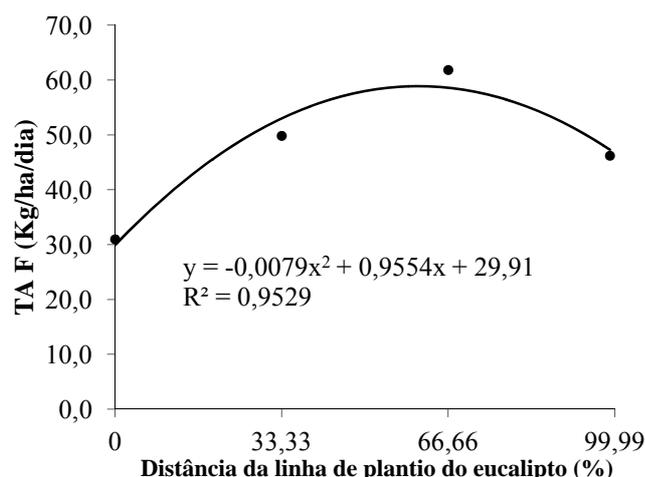
Idade de corte	Tratamentos				Médias	EPM
	Monocultivo	3 x 2 m	6 x 4 m	10 x 4 m		
06/01/2011	45,15 <sup>aB</sup>	24,08 <sup>bA</sup>	30,68 <sup>abA</sup>	31,31 <sup>abB</sup>	32,80 <sup>B</sup>	
02/02/2011	85,92 <sup>aA</sup>	27,08 <sup>cA</sup>	39,41 <sup>cA</sup>	64,00 <sup>bA</sup>	54,10 <sup>A</sup>	5,4364
08/04/2011	28,24 <sup>bcC</sup>	16,14 <sup>cA</sup>	35,85 <sup>abA</sup>	47,20 <sup>aAB</sup>	31,86 <sup>B</sup>	
<b>Médias</b>	53,10 <sup>a</sup>	22,43 <sup>c</sup>	35,31 <sup>b</sup>	47,50 <sup>a</sup>		3,4685

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade. EPM – Erro Padrão da Média.

As equações de regressão que melhor se ajustou a taxa de acúmulo de forragem estão apresentadas na Tabela 7. Na terceira data de corte, a resposta do capim-braquiária no espaçamento 10x4m ajustou-se a uma equação de regressão quadrática ( $p < 0,05$ ), com a maior taxa de acúmulo de forragem verificada nos níveis intermediários de sombreamento (Figura 7), apresentando coeficiente de determinação de 95,29%. O sombreamento moderado promoveu um acréscimo na taxa de acúmulo de forragem diminuindo à medida que se distanciou da linha do eucalipto.

**Tabela 7** Taxa de acúmulo de forragem (Kg/ha de MS) da *Urochloa decumbens* nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.

Data de corte	Esp.	Distância (%)				Regressão	P	CV (%)
		0	33	66	99			
06/01	3x2m	26,3	21,3	23,4	25,1	$y = -0,15x + 25,98$	0,92	37,45
	6x4m	30,7	33,2	30,2	28,4	$y = 0,06x + 31,11$	0,71	38,24
	10x4m	37,4	30,4	28,3	28,8	$y = -0,25x + 37,37$	0,25	33,51
02/02	3x2m	24,4	28,5	26,0	29,2	$y = 0,05x + 25,06$	0,74	60,69
	6x4m	30,1	39,8	46,0	41,0	$y = 0,46x + 29,71$	0,17	30,86
	10x4m	55,9	61,7	82,0	56,2	$y = -0,007x^2 + 0,77x + 52,95$	0,30	45,75
08/04	3x2m	11,8	14,6	19,6	18,3	$y = 0,16x + 11,43$	0,47	91,35
	6x4m	30,7	37,3	38,8	36,5	$0,25x + 30,80$	0,54	38,36
	10x4m	30,9	49,8	61,8	46,2	$y = -0,007x^2 + 0,94x + 29,92$	0,03	31,45



**Figura 8.** Taxa de acúmulo de forragem (TAF) (kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) da *Urochloa decumbens* no espaçamento 10x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na terceira data de corte (08/04/2011).

### 3.4 Relação Folha/Colmo

A relação folha/colmo do capim-braquiária não variou ( $p > 0,05$ ) em relação aos tratamentos (monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x4m), datas de corte e interação entre tratamentos x data de corte (Tabela 8). A média geral da relação folha/colmo do capim-braquiária foi de 1,21.

**Tabela 8.** Relação folha/colmo da *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x 4m) e em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011).

Datas de corte	Tratamentos				Médias	EPM
	monocultivo	3x2m	6x4m	10x4m		
06/01/2011	1,75	1,19	1,05	1,08	1,27	
02/02/2011	1,04	1,19	1,14	1,15	1,13	0,154
08/04/2011	1,58	1,16	1,13	1,09	1,24	
<b>Médias</b>	1,45	1,18	1,11	1,11		0,086

EPM – Erro Padrão da Média.

As equações de regressão que melhor se ajustou a relação folha/colmo estão apresentadas na Tabela 9.

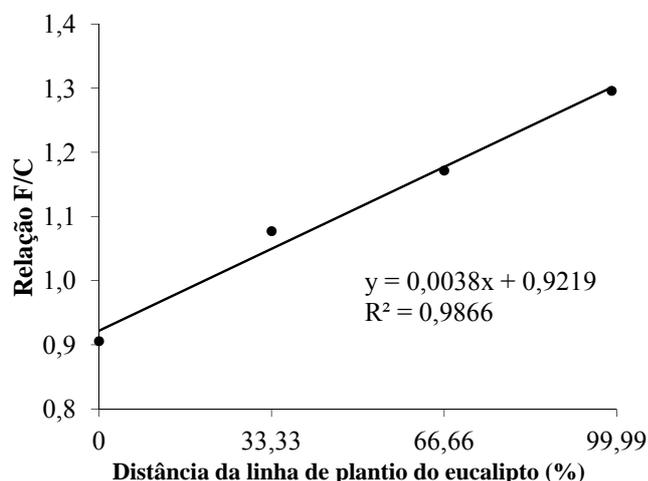
Houve efeito significativo na relação folha/colmo do capim-braquiária na primeira data de corte ( $p < 0,05$ ) para as distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%), ajustando a um modelo linear, com as maiores relação folha/colmo verificada na medida que se distância da linha de plantio do eucalipto (Figura8).

A relação folha/colmo do capim-braquiária aumentou significativamente e de forma linear ( $p < 0,05$ ) em função do incremento das distâncias (Figura 9) no espaçamento 6x4m na terceira data de corte, encontrando os maiores valores de relação folha/colmo nas maiores distâncias da linha do eucalipto.

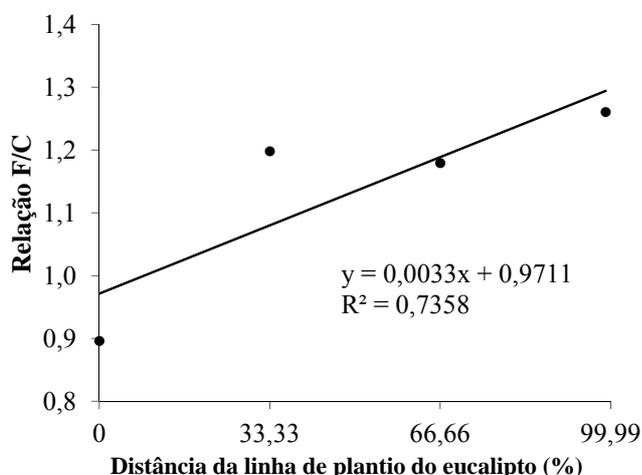
A relação folha/colmo da capim-braquiária aumentou significativamente e de forma linear ( $p < 0,05$ ) em função do incremento das distâncias (Figura 10), encontrando os maiores valores de relação folha/colmo nas maiores distâncias da linha de plantio do eucalipto.

**Tabela 9** Relação folha/colmo da *Urochloa decumbens* nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.

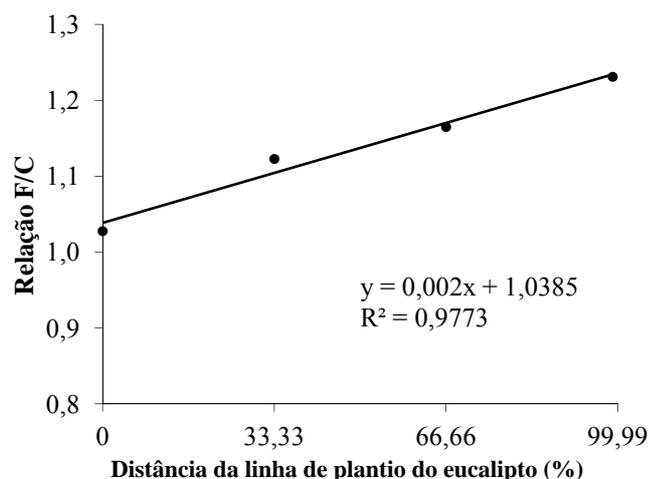
Data de corte	Esp.	Distância (%)				Regressão	p	CV (%)
		0	33	66	99			
06/01	3x2m	0,89	1,02	1,27	1,58	$y = 0,0027x + 0,89$	0,05	40,90
	6x4m	0,96	1,17	1,05	1,02	$y = 0,0056x + 0,9862$	0,49	32,70
	10x4m	0,85	1,03	1,19	1,28	$y = 0,0063x + 0,8503$	0,13	37,06
02/02	3x2m	1,37	1,31	0,95	1,12	$y = -0,008x + 1,41$	0,23	33,51
	6x4m	1,14	0,97	1,33	1,12	$y = 0,0017x + 1,0911$	0,72	32,07
	10x4m	1,11	1,04	1,08	1,39	$y = -0,00602x + 1,1230$	0,22	26,53
08/04	3x2m	1,14	1,02	1,22	1,27	$y = -0,002x + 1,12125$	0,49	31,25
	6x4m	0,89	1,19	1,18	1,26	$y = 0,0081x + 0,9182$	0,00	10,65
	10x4m	0,85	1,32	1,20	1,01	$y = 0,0156x + 0,8838$	0,72	40,22



**Figura 9.** Relação folha/colmo da *Urochloa decumbens* nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na primeira data de corte (06/01/2011).



**Figura 10.** Relação folha/colmo da *Urochloa decumbens* no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na terceira data de corte (08/04/2011).



**Figura 11.** Relação folha/colmo da *Urochloa decumbens* nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla*.

### 3.5 Matéria Seca

A porcentagem de matéria seca (MS) do capim-braquiária variou ( $p < 0,05$ ) conforme os tratamentos (monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x 4m), datas de corte e interação tratamentos x data de corte (Tabela 10). O capim-braquiária em monocultivo apresentou maior MS em relação os espaçamentos de plantio 3x2m, 6x4m e 10x4m. A primeira e segunda datas de cortes apresentaram maior MS em relação à terceira data de corte.

**Tabela 10.** Porcentagem de matéria seca (MS) da *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4 m) em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011)

Idade de corte	Tratamentos				Médias	EPM
	Monocultivo	3 x 2 m	6 x 4 m	10 x 4 m		
06/01/2011	23,98 <sup>ab</sup>	21,93 <sup>bA</sup>	24,04 <sup>aA</sup>	23,73 <sup>aA</sup>	23,42 <sup>a</sup>	
02/02/2011	25,42 <sup>aA</sup>	22,54 <sup>bA</sup>	22,80 <sup>bAB</sup>	23,30 <sup>bA</sup>	23,51 <sup>a</sup>	0,5756
08/04/2011	23,16 <sup>ab</sup>	22,01 <sup>abA</sup>	21,34 <sup>bB</sup>	20,85 <sup>bB</sup>	21,84 <sup>b</sup>	
<b>Médias</b>	24,18 <sup>a</sup>	22,16 <sup>b</sup>	22,73 <sup>b</sup>	22,62 <sup>b</sup>		0,3967

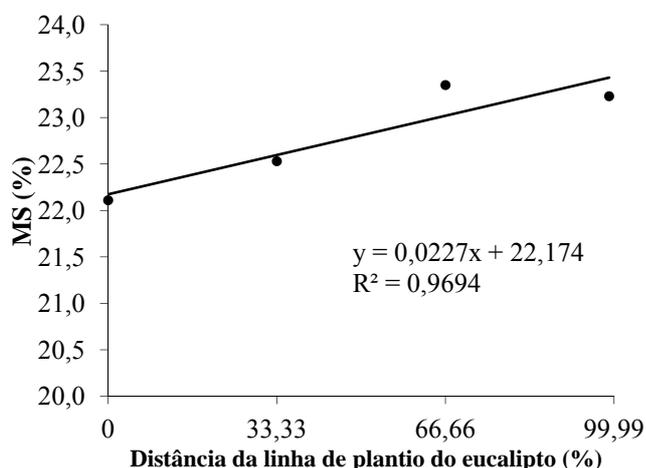
Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade. EPM – Erro Padrão da Média.

Para a data 06/01, observou-se que a MS do capim-braquiária em monocultivo e nos espaçamentos 6x4m e 10x4m apresentaram valores superiores ao espaçamento 3x2m. Na segunda data de corte o capim-braquiária em monocultivo teve maior MS do que os demais espaçamentos. Na terceira data de corte a MS do capim-braquiária foi maior em monocultivo e no espaçamento 3x2 m (23,16 e 22,01%, respectivamente). Entretanto o espaçamento 3x2m não diferiu dos demais espaçamentos de plantio do eucalipto.

As equações de regressão que melhor se ajustou a porcentagem de MS estão apresentadas na Tabela 11. Houve efeito significativo na porcentagem de matéria seca do capim-braquiária no espaçamento 6x4m na segunda data de corte ( $p < 0,05$ ) para as distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%), ajustando a um modelo linear, com a menor MS verificada na linha do eucalipto e aumentando à mediada que se distancia da linha de plantio do eucalipto (Figura 11).

**Tabela 11** Porcentagem de matéria seca da *Urochloa decumbens* nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.

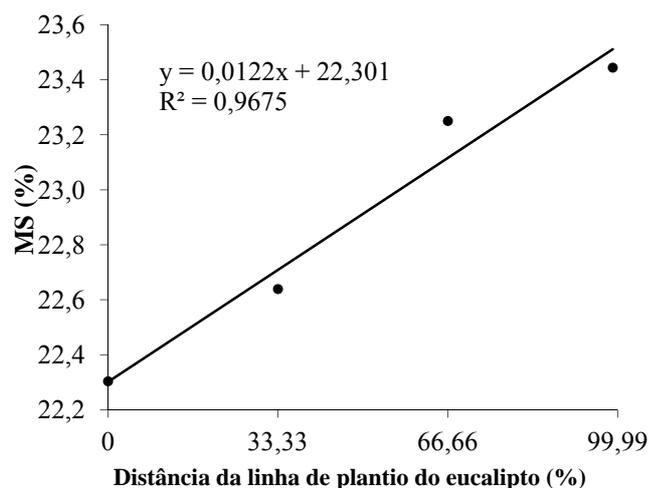
Data de corte	Esp.	Distância (%)				Regressão	p	CV (%)
		0	33	66	99			
06/01	3x2m	21,77	21,50	21,99	22,45	$y = -0,008x + 21,73$	0,66	11,81
	6x4m	23,97	24,19	23,84	24,18	$y = -0,001x + 24,03$	0,93	6,22
	10x4m	23,63	22,61	23,68	24,98	$y = -0,036x + 23,53$	0,34	9,94
02/02	3x2m	22,49	22,43	22,95	22,08	$y = 0,016x + 22,39$	0,84	7,02
	6x4m	22,11	22,53	23,35	23,23	$y = 0,024x + 22,04$	0,04	3,95
	10x4m	22,24	22,95	23,44	24,57	$y = 0,012x + 22,28$	0,08	7,82
08/04	3x2m	21,77	22,32	22,26	21,59	$y = 0,026x + 21,74$	0,25	4,79
	6x4m	22,13	20,85	20,76	21,61	$y = 0,05x + 22,12$	0,07	5,23
	10x4m	21,48	20,78	19,92	21,21	$y = 0,0x^2 - 0,04x + 21,59$	0,04	4,32



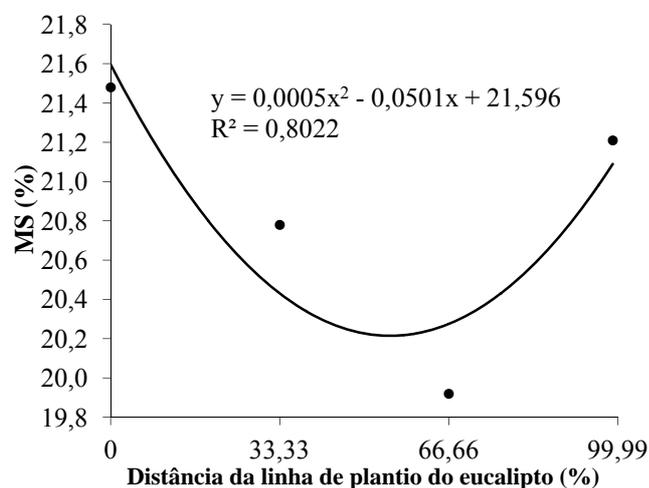
**Figura 12.** Porcentagem de matéria seca (MS%) da *Urochloa decumbens* no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na segunda data de corte (02/02/2011).

A resposta do capim-braquiária na segunda data de corte ajustou-se a um modelo linear (Figura 12). A MS aumentou à medida em que se distancia da linha de plantio.

Também foi observado efeito ( $p < 0,05$ ) da distância no espaçamento 10x4m na terceira data de corte, ajustando a um modelo quadrático de regressão (Figura 13) A porcentagem de matéria seca diminui na distância de 66 % em relação ao meio da entrelinha do eucalipto e aumentou à medida que se distanciou da entrelinha do plantio do eucalipto apresentando resposta quadrática para as distâncias estudadas.



**Figura 13.** Porcentagem de matéria seca (MS) da *Urochloa decumbens* nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na segunda data de corte (02/02/2011).



**Figura 14.** Porcentagem de matéria seca (MS) da *Urochloa decumbens* no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na terceira data de corte (08/04/2011).

### 3.6 Proteína Bruta

O teor de PB do capim-braquiária variou ( $p < 0,05$ ) conforme os tratamentos (monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x4 m), datas de corte e interação tratamentos x data de corte (Tabela 12). Verifica-se que o PB do capim-braquiária nos espaçamentos de plantio do eucalipto foram maiores em relação em monocultivo. A segunda e terceira data de corte foi observado maior PB, 9,62% e 9,01% respectivamente, sendo que a primeira data de corte apresentou 8,08%.

Na primeira data de corte o capim-braquiária nos espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4 m apresentaram 9,09, 8,97 e 8,25% de PB, respectivamente, sendo maior que em monocultivo (6,02%). Já na segunda data de corte observou-se que o capim-braquiária nos espaçamentos 6x4m e 10x4m têm maior PB que o espaçamento 3x2m e em monocultivo. Na data 08/04 não foi observado diferença entre os tratamentos.

**Tabela 12.** Teor de proteína bruta (PB) da *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos (3x2, 6x4 e 10x4m) em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011)

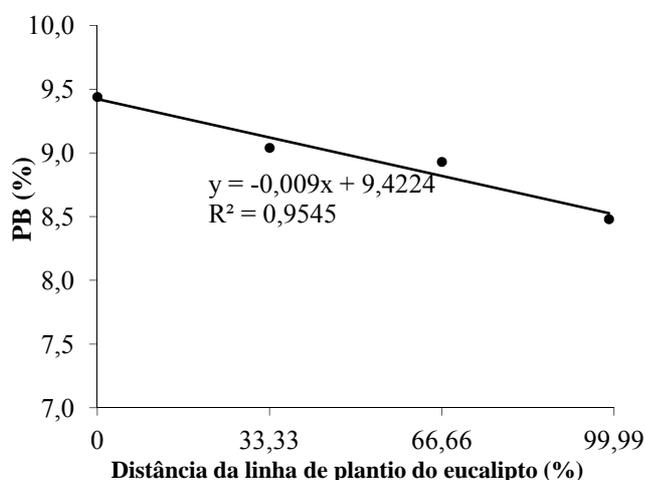
Idade de corte	Espaçamento				Médias	EPM
	Monocultivo	3x2m	6x4m	10x4m		
06/01/2011	6,02 <sup>bb</sup>	9,09 <sup>aA</sup>	8,97 <sup>aB</sup>	8,25 <sup>aB</sup>	8,08 <sup>B</sup>	
02/02/2011	6,69 <sup>cb</sup>	9,86 <sup>ba</sup>	11,53 <sup>aA</sup>	10,40 <sup>abA</sup>	9,62 <sup>A</sup>	0,50
08/04/2011	9,04 <sup>aA</sup>	9,37 <sup>aA</sup>	8,84 <sup>aB</sup>	8,78 <sup>aAB</sup>	9,01 <sup>A</sup>	
<b>Médias</b>	7,25 <sup>b</sup>	9,44 <sup>a</sup>	9,78 <sup>a</sup>	9,14 <sup>a</sup>		0,28

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade. EPM – Erro Padrão da Média.

As equações de regressão que melhor se ajustou ao PB estão apresentadas na Tabela 13. Os dados de PB evidenciaram influência das distâncias da linha de plantio sobre esta variável na primeira data de corte, sendo verificado comportamento linear ( $p < 0,05$ ). Assim os PB diminuiu na medida em que se distanciou da linha de plantio (Figura 14).

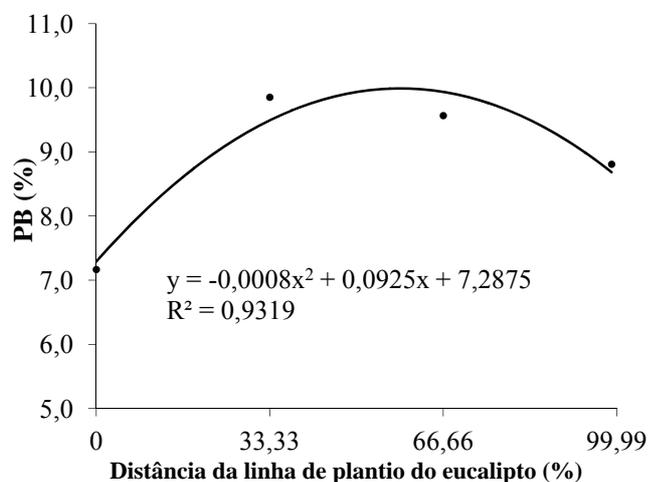
**Tabela 13** Teor de proteína bruta (PB) da *Urochloa decumbens* nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.

Data de corte	Esp.	Distância (%)				Regressão	p	CV (%)
		0	33	66	99			
06/01	3x2m	9,47	9,41	8,82	8,67	$y = -0,007x + 9,52$	0,25	12,37
	6x4m	9,44	9,04	8,93	8,48	$y = -0,008x + 9,41$	0,03	6,16
	10x4m	8,43	8,69	8,79	7,11	$y = -4e^{-4}x^2 + 0,03x + 8,34$	0,21	18,01
02/02	3x2m	9,19	10,09	10,03	9,88	$y = -2e^{-4}x^2 + 0,02x + 9,23$	0,32	10,40
	6x4m	11,99	11,76	11,50	10,8	$y = -0,0021x + 11,97$	0,18	9,89
	10x4m	10,33	10,92	10,66	9,67	$y = -3e^{-4}x^2 + 0,02x + 10,34$	0,39	17,28
08/04	3x2m	9,04	9,48	9,56	9,30	$y = -1e^{-4}x^2 + 0,02x + 8,91$	0,46	11,89
	6x4m	7,16	9,85	9,56	8,81	$y = -7e^{-4}x^2 + 0,09x + 7,29$	0,01	13,87
	10x4m	7,98	9,19	9,10	8,87	$y = -3e^{-4}x^2 + 0,04x + 8,03$	0,16	11,04



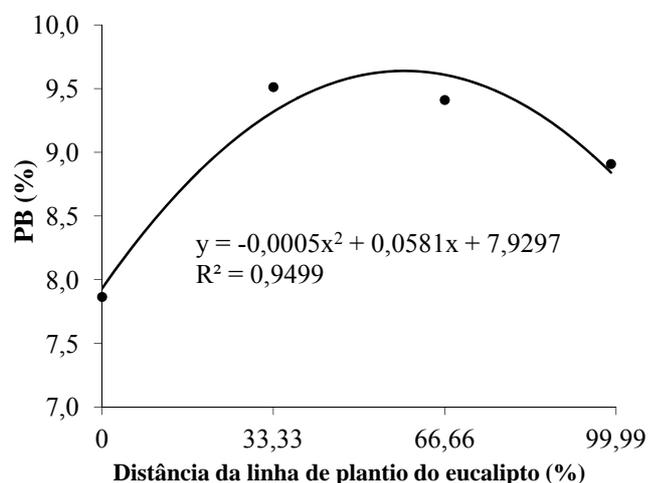
**Figura 15.** Teor de proteína bruta (PB) da *Urochloa decumbens* no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na primeira data de corte (06/01/2011).

A resposta do capim-braquiária no espaçamento 6x4m na terceira data de corte ajustou-se a um modelo quadrático (Figura 15). Os níveis de sombreamento de 33 e 66% causaram aumento no PB, em relação às distâncias 0 e 99%.



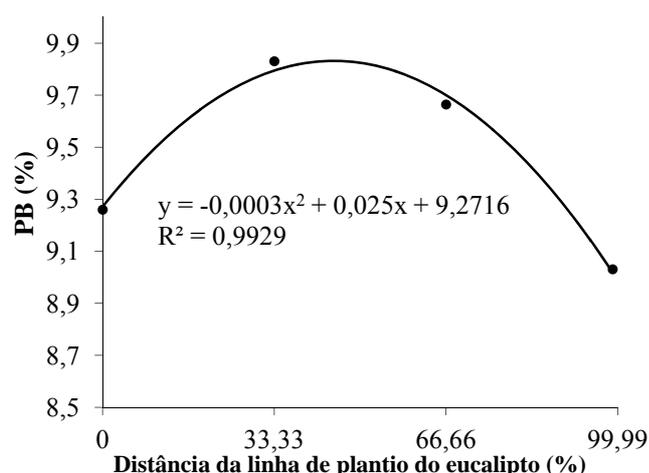
**Figura 16.** Teor de proteína bruta (PB) da *Urochloa decumbens* no espaçamento 6x4m nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na terceira data de corte (08/04/2011).

Quanto ao efeito da distância na terceira data de corte, observou-se que o PB ajustou ( $p < 0,05$ ) a uma equação de regressão quadrática em função do incremento das distâncias da linha de plantio do eucalipto (Figura 16). As distâncias da linha de plantio do eucalipto 33 e 66% ficaram no ponto mais alto da curva.



**Figura 17.** Teor de proteína bruta (PB) da *Urochloa decumbens* nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na terceira data de corte (08/04/2011).

O PB do capim-braquiária foi influenciada significativamente ( $p < 0,05$ ) pelas distâncias da linha de plantio do eucalipto independente do espaçamento e data de corte (Figura 17). Evidenciando, que o PB aumenta no sombreamento moderado.



**Figura 18.** Teor de proteína bruta (PB) da *Urochloa decumbens* nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla*.

### 3.7 Fibra em Detergente Neutro

O teor de FDN do capim-braquiária variou ( $p < 0,05$ ) conforme os tratamentos (monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x4m), datas de corte e interação tratamentos x data de corte (Tabela 14). Observou-se que o FDN no espaçamento 6x4m foi menor em relação ao espaçamento 3x2m e em monocultivo, mas não diferiu do espaçamento 10x4m. O FDN na segunda data de corte foi menor seguido pela primeira data de corte e depois pela terceira data de corte.

Na primeira data de corte o FDN do capim-braquiária em monocultivo apresentou maiores valores em relação aos espaçamentos 3x2, 6x4 e 10x4m sendo 8,27, 8,69 e 7,43% maior, respectivamente. Já na segunda data de corte observou-se que o FDN no espaçamento 3x2m foi maior que no espaçamento 6x4 m. O espaçamento 10x4m e em monocultivo não diferiram dos espaçamentos 3x2 e 6x4m. Na terceira data de corte o FDN no espaçamento 3x2m foi de 58,89%, sendo maior que os outros tratamentos.

**Tabela 14.** Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m) em monocultivo nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011)

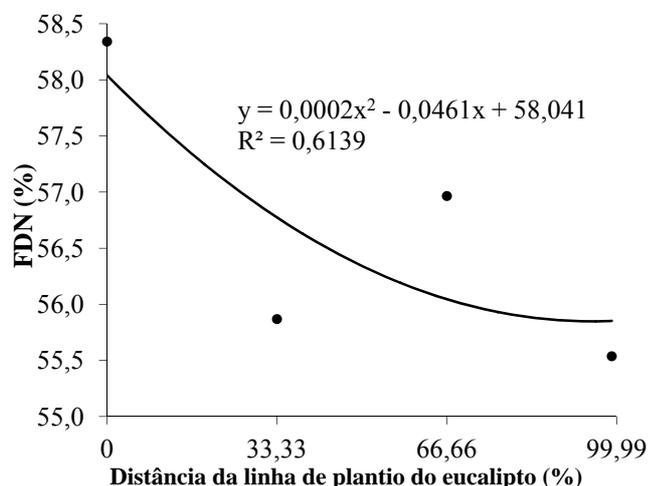
Idade de corte	Espaçamento				Médias	EPM
	Monocultivo	3x2m	6x4m	10x4m		
06/01/2011	56,51 <sup>aA</sup>	52,19 <sup>bB</sup>	51,99 <sup>bB</sup>	52,60 <sup>bB</sup>	53,32 <sup>B</sup>	
02/02/2011	51,54 <sup>abB</sup>	52,30 <sup>ab</sup>	49,56 <sup>bB</sup>	50,83 <sup>abB</sup>	51,06 <sup>C</sup>	0,88
08/04/2011	56,16 <sup>bA</sup>	58,89 <sup>aA</sup>	55,33 <sup>bA</sup>	55,90 <sup>bA</sup>	56,57 <sup>A</sup>	
<b>Médias</b>	54,74 <sup>a</sup>	54,46 <sup>a</sup>	52,29 <sup>b</sup>	53,11 <sup>ab</sup>		0,53

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade. EPM – Erro Padrão da Média.

As equações de regressão que melhor se ajustou ao FDN estão apresentadas na Tabela 15. O FDN variou com as distâncias da linha de plantio do eucalipto (Figura, 18). Foi verificado comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) na terceira data de corte. Sendo, que a porcentagem de fibra em detergente diminuiu na medida em que se distancia da linha de plantio até a distância de 66% em relação ao meio da entrelinha e mantendo-se constante até o meio da entrelinha.

**Tabela 15** Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da *Urochloa decumbens* nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.

Data de corte	Esp.	Distância (%)				Regressão	p	CV (%)
		0	33	66	99			
06/01	3x2m	51,80	52,55	51,41	52,81	$y = -0,0088x + 52,02$	0,72	4,54
	6x4m	51,30	50,80	52,95	52,93	$y = 0,01x + 51,03$	0,30	4,24
	10x4m	52,74	52,42	51,65	53,58	$y = -0,04x + 52,89$	0,33	4,27
02/02	3x2m	51,71	52,03	52,93	52,69	$y = 0,02x + 51,63$	0,48	4,49
	6x4m	48,95	49,72	50,50	49,09	$y = 0,05x + 48,84$	0,37	4,75
	10x4m	51,63	50,27	50,99	50,43	$y = -0,02x + 51,46$	0,61	4,87
08/04	3x2m	58,98	58,11	59,62	58,50	$y = -0,0032x + 59,00$	0,82	2,61
	6x4m	57,88	54,57	54,58	54,31	$y = -0,1005x + 57,703$	0,07	4,53
	10x4m	58,01	54,91	56,69	53,99	$y = -0,0398x + 57,54$	0,17	5,76



**Figura 19.** Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da *Urochloa decumbens* nas distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* na terceira data de corte (08/04/2011).

### 3.8 Matéria Mineral

A porcentagem de matéria mineral (MM) do capim-braquiária variou ( $p < 0,05$ ) conforme os tratamentos (monocultivo, 3x2m, 6x4m e 10x4m), datas de corte e interação tratamentos x data de corte (Tabela 8). A MM no espaçamento 3x2m foi maior quando comparados ao espaçamento 10x4m e em monocultivo, mas não diferindo do espaçamento 6x4m. A primeira data de corte a MM foi menor em relação à segunda e terceira data de corte.

Na primeira data de corte a MM do capim-braquiária no espaçamento 3x2m foi significativamente maior (7,11%) em relação aos outros tratamentos. Na segunda data de corte a MM do capim-braquiária foi menor em monocultivo, entretanto não diferiu do espaçamento 10x4m. Já na terceira data de corte não teve diferença entre os tratamentos.

As equações de regressão que melhor se ajustou ao FDN estão apresentadas na Tabela 17. Entretanto não houve efeito para as distâncias da linha de plantio do capim-braquiária independente do espaçamento de plantio do eucalipto e da data de corte.

**Tabela 16.** Porcentagem de matéria mineral (MM) da *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4 m) e na ausência de árvore (monocultivo) nas diferentes datas de corte (06/01, 02/02, e 08/04 de 2011)

Idade de corte	Espaçamento				Médias	EPM
	Monocultivo	3x2m	6x4m	10x4m		
<b>06/01/2011</b>	5,71 <sup>bB</sup>	7,11 <sup>aA</sup>	6,05 <sup>bB</sup>	5,77 <sup>bB</sup>	6,16 <sup>B</sup>	0,2783
<b>02/02/2011</b>	6,03 <sup>bAB</sup>	6,88 <sup>aA</sup>	6,97 <sup>aA</sup>	6,56 <sup>abA</sup>	6,61 <sup>A</sup>	
<b>08/04/2011</b>	6,69 <sup>aA</sup>	6,85 <sup>aA</sup>	6,79 <sup>aA</sup>	6,33 <sup>aAB</sup>	6,66 <sup>A</sup>	
<b>Médias</b>	6,14 <sup>b</sup>	6,95 <sup>a</sup>	6,60 <sup>ab</sup>	6,22 <sup>b</sup>		0,2347

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade. EPM – Erro Padrão da Média.

**Tabela 17** Teor de matéria mineral (MM) da *Urochloa decumbens* nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m nas diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto (0, 33, 66 e 100%) em sistema silvipastoril com *Eucalyptus urophylla* nas datas de corte 06/01/2011, 02/02/2011 e 08/04/2011.

Data de corte	Esp.	Distância (%)				Regressão	p	CV (%)
		0	33	66	99			
<b>06/01</b>	3x2m	7,48	6,87	7,10	6,95	y= -0,014x+7,42	0,47	11,63
	6x4m	6,05	6,08	5,93	6,15	y= -0,003x+6,08	0,68	7,53
	10x4m	6,02	5,90	5,57	5,60	y= -0,0083x+6,05	0,21	9,43
<b>02/02</b>	3x2m	7,04	6,96	6,71	6,66	y= -0,0049x+7,06	0,32	8,91
	6x4m	6,89	7,12	6,97	6,90	y= 0,006x+6,92	0,60	8,02
	10x4m	6,59	6,56	6,43	6,68	y= -0,005x+6,61	0,67	9,75
<b>08/04</b>	3x2m	6,98	6,91	6,66	6,74	y= -0,0007x+6,84	0,85	15,77
	6x4m	6,45	6,93	7,13	6,66	y= 0,023x+6,43	0,23	11,16
	10x4m	5,96	6,59	6,37	6,42	y= 0,016x+6,01	0,44	11,90

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Altura

A altura da *Urochloa decumbens* em monocultivo e no menor espaçamento foi menor quando comparada aos espaçamentos de menor densidade arbórea. Castro et al. (2009) ao avaliarem a altura da *Urochloa decumbens* sob três níveis de sombreamento (0, 29 e 45%) no verão, verificaram os menores valores em monocultivo e maiores sob sombreamento mais intenso. Tal resultado é semelhante com o obtido neste trabalho, pois os espaçamentos 6x4m e 10x4m provavelmente promoveram um nível de sombreamento moderado causando estiolamento do colmo resultando num aumento da altura da planta. O estiolamento de plantas submetidas ao sombreamento é um mecanismo pelo qual a planta busca luz, pela elevação de suas folhas no dossel. Nas gramíneas, tal mecanismo permite, melhor distribuição da radiação ao longo do perfil do dossel (MELLO e PEDREIRA, 2004; GOMIDE et al., 2007). É possível que o espaçamento 3x2m tenha promovido um nível de sombreamento maior que a 45% causando efeito deletério no capim-braquiária.

Matusquelo et al. (2009) avaliando o efeito de três níveis de sombreamento (0, 50, 70%) sobre três braquiárias (*Urochloa decumbens* e *B. brizantha* cvs. Marandu e Xaraés), observaram efeito linear e positivo do sombreamento sobre a altura das plantas de todas as braquiárias. Entretanto, foi observado efeito linear negativo para altura em relação às distâncias, ou seja, a altura do capim-braquiária aumenta à medida em que se aumenta o nível de sombreamento. O capim-braquiária apresentou menor altura em relação ao capim marandu e xaraés. Em monocultivo a altura do capim-braquiária foi de 44,87cm, 65,06cm a 50% de sombreamento e 73,75cm ao nível de 70% de sombreamento. Assim, quando ocorre sombreamento das plantas, uma das respostas principais é o alongamento dos colmos.

Segundo Braga et al. (2009) o capim-braquiária deve ser manejado com altura de pré-pastejo a 20cm, com base na interceptação luminosa de 95%. Entretanto, em sistema silvipastoril a altura do dossel é modificada pelo grau de sombreamento imposto pelo componente arbóreo. Portanto, a utilização da altura do pasto, como critério de manejo do pastejo do capim-braquiária em monocultivo, não pode ser utilizada para sistema silvipastoril, a não ser que estudos sejam conduzidos para determinar a altura pré-pastejo. Assim, é necessário desenvolver estratégias de manejo para plantas forrageiras sob um sistema silvipastoril.

### 4.2 Acúmulo de Forragem

Para que a forrageira seja considerada resistente ao sombreamento, esta deve apresentar produtividade maior ou semelhante em ambientes sombreados em comparação a ambientes em monocultivo (ANDRADE et al., 2004). O acúmulo de forragem foi diferente para os tratamentos durante o período experimental e indica que a sombra moderada provida pelo eucalipto no sistema silvipastoril não afetou ou até aumentou o acúmulo de forragem.

Oliveira et al. (2007) avaliando o acúmulo de forragem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sob sete arranjos estruturais do sistema agrossilvipastoril com eucalipto, com linhas duplas: (3x3)+10m, (3x4)+7m, (3x4)+10m, (3x4)+7+10m, (3x3)+15m; e em linhas simples: 10x3m, e 10x4m, sendo as avaliações realizadas na linha e entrelinha de plantio, verificaram que o acúmulo de forragem não variou entre os espaçamentos e foi sempre maior na entrelinha do que na linha de plantio, independente dos espaçamentos.

Soares et al. (2009) avaliando o comportamento de onze espécies forrageiras submetidas a diferentes níveis de luminosidade produzidos por árvores de *Pinus taeda* (monocultivo, espaçamentos 9x3m e 15x3m), observaram que o baixo acúmulo de forragem no menor espaçamento arbóreo pode ser explicada pela baixa qualidade e quantidade de radiação fotossinteticamente ativa que chega ao dossel do sub-bosque. Nesse caso, a radiação

fotossinteticamente ativa foi três vezes menor no espaçamento 15x3m e seis vezes menor no 9x3m e sob projeção da copa em relação à radiação fotossinteticamente ativa em monocultivo.

Paciullo et al. (2011) avaliando o capim-braquiária em silvipastoril e em monocultivo encontrou valores de acúmulo de forragem entre 1.823 e 2.283 kg MS ha<sup>-1</sup> durante os meses chuvosos. Entre os sistemas avaliados os valores de acúmulo de forragem foram semelhantes, com exceção do segundo ano onde o acúmulo de forragem foi maior no sistema silvipastoril.

Perto da linha de plantio do eucalipto e no meio da rua o acúmulo de forragem foi menor em relação às distâncias mais próximas (33 e 66%). Castro et al. (2009) ao avaliarem os efeitos de três porcentagens de sombreamento (0, 29 e 45%) proporcionado por leguminosas arbóreas, verificaram que o maior acúmulo de forragem do capim-braquiária no verão foi obtido no nível 45% de sombreamento, intermediário no nível 29% de sombreamento e menor no nível 0% de sombreamento.

Alguns estudos têm mostrado que a porcentagem de sombra de 30-40% não afeta o crescimento de gramíneas, contanto que a forragem seja tolerante ao sombreamento moderado (PACIULLO et al., 2010; SOUSA et al., 2010). A tolerância do capim-braquiária ao sombreamento moderado é resultado dos ajustes morfofisiológicos, tais como: aumento da relação parte aérea/raiz, da área foliar específica e da taxa de alongamento foliar, o que lhe permite manutenção da produtividade, mesmo em condições de limitação luminosa (DIAS-FILHO, 2000; GUENNI et al., 2008; PACIULLO et al., 2010).

Mesmo apresentando uma maior altura na linha de plantio do eucalipto foi observado menor acúmulo neste local. Resultado semelhante foi encontrado por Paciullo et al. (2008), que observaram que as plantas sob 70% de sombreamento apresentaram maior altura. Esse fato não refletiu em maior produtividade, o que provavelmente pode ser explicado pela menor área foliar específica dessas plantas, entretanto, menos pesadas e pela menor densidade de perfilhos.

#### **4.3 Taxa de Acúmulo de Forragem**

Paciullo et al. (2008) verificaram para o capim-braquiária valores médios de taxa de acúmulo de forragem no verão de 43,1 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e também observaram que no nível de sombreamento de 50, 18% e em monocultivo as taxas de acúmulo de forragem foram de 41,2, 32,2 e 38,1 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> respectivamente. A taxa de acúmulo de forragem foi maior em condições de 50% de sombreamento, intermediária em monocultivo e menor sob sombra de 18%. Esses resultados se mostram contrários aos apresentados no presente trabalho, onde a taxa de acúmulo de forragem foi maior no menor nível de sombreamento (monocultivo e 10x4m) quando comparados com o maior nível de sombreamento (3x2m e 6x4m). As taxas de acúmulo de forragem em monocultivo e nos espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m foram 53,10, 22,43, 35,31, 47,50 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente

Andrade et al. (2004) ao avaliarem as respostas de taxa de acúmulo do capim-marandu, do capim massai e do capim quicuío-da-amazônia sob níveis de sombreamento artificial (0, 30, 50 e 70%), e verificaram que as taxas de acúmulo de forragem aumentaram ligeiramente com 30% de sombra, e decresceram a partir desse nível. Segundo Paciullo et al. (2008) no sombreamento mais intenso há redução da quantidade de luz. Assim na distância 0% (linha de plantio do eucalipto) a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa que chega no sub-bosque é menor em relação às distâncias 33, 66 e 100% sucessivamente.

Na distância de 0% (linha de plantio do eucalipto) obteve-se a menor taxa de acúmulo de forragem. Isso provavelmente se deve a menor quantidade e pior qualidade de radiação fotossinteticamente ativa mesmo que a condição de fertilidade seja melhor. Já nas distâncias de 33 e 66% em relação ao meio da rua do eucalipto, mesmo com menor quantidade e pior qualidade de luz a melhor fertilidade do solo pode ter trazido efeitos benéficos para o

crescimento e desenvolvimento da forragem. Na distância de 100% em relação ao meio da rua do eucalipto mesmo com maior quantidade e melhor qualidade de luz a pior fertilidade pode ter limitado a taxa de acúmulo de forragem.

#### **4.4 Relação Folha/Colmo**

A relação folha/colmo (F/C) do pasto é uma variável influenciada pelo nível de sombreamento, podendo resultar em estiolamento do colmo, com redução da F/C ou aumento do tamanho de folha, elevando a F/C. Soares et al. (2009) observaram que, em geral, plantas sombreadas tiveram maior F/C que plantas cultivadas em monocultivo. Este resultado foi observado no presente estudo onde a menor distância da linha do eucalipto teve menor relação folha colmo.

Sousa et al. (2007) avaliando a influência da árvore bolsa-de-pastor (*Zeyheria tuberculosa*) sob a F/C da *Urochloa brizantha* em sistema silvipastoril, não verificaram diferenças entre o sistema silvipastoril e monocultivo. No entanto, foi verificado o estiolamento da planta forrageira, indicando que as plantas sombreadas foram mais altas que aquelas em monocultivo. Esse comportamento não foi verificado nesse trabalho, pois as maiores alturas foram observadas no menor nível de sombreamento em relação ao maior nível, provavelmente por ter apresentado maior altura na distância 0% e menor altura na distância de 100%.

#### **4.5 Matéria Seca**

O capim-braquiária crescendo sob a copa do eucalipto apresentou menor porcentagem de matéria seca (MS) em relação ao não sombreado. Estes resultados assemelham-se aos de outros trabalhos que têm evidenciado que, normalmente, forrageiras cultivadas à sombra possuem maiores teores de água (ANDRADE et al., 2002; SOUSA et al., 2007; MOREIRA et al., 2009).

Provavelmente, os menores teores de MS observados na forrageira sombreada estejam ligados, à menor evapotranspiração existente no ambiente, o que resulta em maior quantidade de água nos tecidos de plantas que crescem sob luminosidade reduzida (KINYMARIO et al., 1995). De acordo com Jefferies (1965), plantas sob luminosidade reduzida têm se desenvolvido mais lentamente e com menor perda de água pelos seus tecidos, que ficam mais tenros e suculentos, caracterizando menor teor de MS da planta e contribuindo para as menores produções em sub-bosque (CARVALHO et al. 1995). Algumas complementações foram feitas por Volenec e Nelson (2003), que atribuíram a menor massa de forragem de plantas em ambiente sombreado às menores taxas de transpiração o que resulta em maior concentração de água nos tecidos e, conseqüentemente, em menor MS.

#### **4.6 Proteína Bruta**

A porcentagem de proteína bruta (PB) foi maior nas áreas sombreadas (3x2m, 6x4m e 10x4m) com eucalipto, quando comparados ao monocultivo. Resultados semelhantes de aumento na PB em forrageiras sob árvores ou sombra artificial foram também verificados anteriormente por vários autores (ANDRADE et al., 2002, KALLENBACH et al., 2006, MOREIRA et al., 2009, SOUSA et al 2007, PACIULLO et al., 2007, CASTRO et al., 2009, SOARES et al., 2009).

O efeito positivo do sombreamento na PB está bem estabelecido na literatura, especialmente em solos com baixos teores de nitrogênio (DEINUM et al., 1996; WILSON, 1998). Em condições de sombreamento natural, observam-se maior teor de umidade, associado à temperatura do solo, o que favoreceu as taxas de mineralização e reciclagem de nitrogênio no solo, aumento da degradação da matéria orgânica e menor tamanho das células de plantas sombreadas, embora a quantidade de nitrogênio seja a mesma na célula (WILSON,

1996). Assim, boa parte do benefício da sombra, na PB, está associada à melhoria da fertilidade do solo (DURR e RANGEL, 2000; XAVIER et al., 2003).

Outra teoria é a da diluição de nitrogênio de Leimare e Chartier (1992), constatando que existe uma porcentagem de nitrogênio ideal para determinado nível de massa de forragem. Se em monocultivo ocorreu maior massa de forragem, há maior diluição do nitrogênio absorvido e translocação para as partes aéreas do que nas plantas sombreadas, nas quais a massa de forragem foi menor. Isso ocorre porque a planta não está metabolizando todo o nitrogênio absorvido e convertendo-o em acúmulo de forragem. De acordo com outros autores (Franco e Dillenburger, 2007; Hale e Orcutt, 1987), as plantas adaptadas à sombra tendem a priorizar reservas para o crescimento de área foliar e aumento da concentração de clorofila.

Soares et al. (2009) avaliando o comportamento de onze espécies forrageiras submetidas a diferentes níveis de luminosidade produzidos por árvores de *Pinus taeda* (monocultivo, espaçamentos 9x3m e 15x3m), observaram que a PB nas espécies forrageiras cultivadas sob luminosidade reduzida foi 14% superior em comparação à das espécies em monocultivo. A PB não diferiu entre os dois espaçamentos de *Pinus taeda*. Para *B. decumbens*, Paciullo et al. (2011) verificaram um maior PB em sistema silvipastoril (8,8%) do que em monocultivo (7,8%) durante a estação chuvosa, resultados semelhantes a esses foram encontrados nesse trabalho.

#### 4.7 Fibra em Detergente Neutro

A porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) foi menor nos espaçamentos 6x4m e 10x4m em relação ao espaçamento 3x2m e em monocultivo. Também observou-se uma diminuição da FDN à medida que se distanciou da linha de plantio. As plantas forrageiras submetidas ao sombreamento severo, em monocultivo e nas menores distâncias da linha de plantio do eucalipto apresentaram maior altura e menor relação folha/colmo. Estas características indicam maior alongamento de colmo e conseqüente elevação da FDN das plantas.

Variações na FDN parecem estar relacionadas à interação da porcentagem de sombra com a fase de maturidade da planta (LIN et al., 2001; SOUSA et al., 2010). Sousa et al. (2007) atribuíram o aumento em conteúdo de FDN de *B. brizantha*, à sombra intensa, para estiolamento da planta comprovado pela maior altura das plantas. As maiores FDN, em condições de alta luminosidade (monocultivo), podem ser associados à maior proporção de tecido esclerenquimático, cujas células apresentam paredes mais espessas do que em condições de sombreamento (DEINUM et al., 1996).

Paciullo et al. (2007) avaliando a morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e em monocultivo, observaram efeito isolado do ambiente luminoso nos teores de FDN, cujos valores foram menores sob a copa das árvores que em monocultivo. Resultado semelhante foi encontrado por Soares et al. (2009) que relataram menores teores de FDN da *B. brizantha* sombreada, em relação ao cultivo em monocultivo.

Oliveira et al. (2007) não observou diferença na FDN entre os espaçamentos. Entretanto, maior teores de FDN foi encontrada na forragem na entrelinha do eucalipto no arranjo (3x3)+10m. Esse resultado não se assemelha com os obtidos nesse trabalho onde maiores teores de FDN foram obtidos na linha de plantio do eucalipto.

No entanto, a literatura também mostra efeitos inconsistentes da sombra nos teores de fibra de forrageiras. Dependendo da espécie, época do ano e porcentagem de sombreamento, ocorre aumento, redução ou ausência de efeitos do sombreamento sobre os teores de FDN de forrageiras (DEINUM et al., 1996).

#### 4.8 Matéria Mineral

A porcentagem de matéria mineral (MM) foi superior nas maiores densidade arbóreas (3x2m e 6x4m). Segundo Clark (1981), a luz não atua diretamente na absorção de elementos minerais pelas plantas, porém afeta processos biológicos passíveis de alterar a sua composição mineral, como a fotossíntese, transpiração e respiração, entre outros.

Segundo Buergle et al. (2006) as concentrações minerais na forragem geralmente aumentaram com a densidade de árvore. Este aumento simplesmente não está relacionado às mudanças na concentração de nutriente, porque a forragem crescendo em sombreamento moderado, tem tido maior concentração de nutrientes minerais e maior acúmulo de forragem (BUERGLE et al., 2005). Entretanto, Souza et al. (2007) não verificaram diferença entre os teores de matéria mineral das áreas sombreadas e das áreas em monocultivo.

## **5 CONCLUSÃO**

As características produtivas e bromatológicas do capim-braquiária são influenciadas pelos sistemas de plantio e pelas distâncias da linha de plantio do eucalipto em sistema silvipastoris.

O sistema que promoveu maior quantidade e qualidade do capim-braquiária foi o espaçamento 10x4m, assim apresentando maior potencial para utilização em sistema silvipastoril.

Maiores níveis de sombreamento proporcionados pelos espaçamentos de plantio do eucalipto incrementam os teores de proteína bruta e matéria mineral do capim-braquiária.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. Árvores de Baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em Ecossistemas de Pastagens Cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.574-582, 2002.
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G.; SOUZA, A.L. Desempenho de Seis Gramíneas Solteiras ou Consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e Eucalipto em Sistema Silvopastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1845-1850, 2003.
- ANDRADE, C.M.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.263-270, 2004.
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas Silvopastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.77-87, 2009.
- BRAGA, G.J.; PORTELA, J.N.; PEDREIRA, C.G.S.; LEITE, V.B.O.; OLIVEIRA, E.A.; Herbage yield in Signalgrass pastures as affected by grazing management. **South African Journal of Animal Science**, v.39, s.1, p.130-132, 2009.
- BROSSARD, M.; BARCELLOS, A.O. Conversão do Cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de latossolos. **Cad Ciencia Tecnologia**, v.22, p.153–168, 2005.
- BUERGLER, A.L.; FIKE, J.H.; BURGER, J.A.; FELDHAKKE, C.M.; MCKENNA, J.R., TEUTSCH, C.D. Forage Nutritive Value in an Emulated Silvopasture. **Agronomy Journal**, v.98, p.1226-1273, 2006.
- BUERGLER, A.L.; FIKE, J.H.; BURGER, J.A.; FELDHAKKE, C.M.; MCKENNA, J.A.; TEUTSCH, C.D. Botanical composition and forage production in an emulated silvopasture. **Agronomy Journal**, v.97, p.1141–1147, 2005.
- CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, M.M. et al. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. ( E d s . ) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação**. Viçosa, M G: 1999. p. 332 - 341.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angicovermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicais**, v.17, n.1, p.24-30, 1995.
- CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; MULLER, M.D.; NASCIMENTO JR, E.R. Características agrônômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.19-25, 2009.
- CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CLARK, R.B. Effect of light and water stress on mineral element composition of plants. **Journal Plant Nutrition**, v.5, n.3, p.853-885, 1981.

DA SILVA, S.C.; CUNHA, W.F. Métodos indiretos para estimar a massa de forragem em pastos de *Cynodon* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.981-989, 2003.

DEINUM, B.; SULASTRI, R.D.; ZEINAB, M.H.J.; MAASSEN, A. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Urochloa brizantha* and *Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.44, p.111-124, 1996.

DIAS-FILHO, M. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Urochloa brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2335-2341, 2000.

DURR, P.A.; RANGEL, J. The response of *Panicum maximum* to a simulated subcanopy environment. I. Soil x shade interaction. **Tropical Grasslands**, v.34, p.110-117, 2000.

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R.; SANTOS, M. V. **Brachiaria decumbens: Mitos, Verdades e Potencialidades**. V Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem e III Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo. 1 ed. Ubá: Suprema Gráfica Editora, 2010, v. , p. 513-558.

FRANCO, A.M.S.; DILLENBURGER, L.R. Ajuste morfológico e fisiológico em plantas jovens de *Araucária angustifolia* (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, v.34, n.2, p.135-144, 2007.

GOBBI K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M.C.; GARCEZ NETO, A.F.; ROCHA, G.C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1436-1444, 2011.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; NETO A.F.G.; PEREIRA, O.G.; VENTRELLA, M.C.; ROCHA, G.C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1487-1494, 2007.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Urochloa* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75-87, 2008.

HALE, M.G.; ORCUTT, D.M. **The physiology of plants under stress**. New York: John Wiley & Sons, 1987. p.26-43.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Base de dados climáticos. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em 7 de janeiro de 2012.

JEFFERIES, N.W. Herbage production on a gamble oak range in south western Colorado. **Journal of Range Management**, v.18, n.2, p.212-213, 1965.

KALLENBACH, R.L.; KERLEY, M.S.; BISHOP-HURLEY, G.J; Cumulative forage production, forage quality and livestock performance from an annual ryegrass and cereal rye mixture in a Pine–Walnut Silvopasture. **Agroforestry Systems**, v.66, p.43–53, 2006.

KINYAMARIO, J.I.; TRILICA, M.J.; NJOKA, T.J. Influence of tree shade on plant water status, gas exchange and water use efficiency os *Panicum maximum* Jacq. and *Themeda triandra* Forsk. in a Kenia savana. **African Journal Ecology**, v.33, p.114-123, 1995.

LEMAIRE, G.; CHARTIER, M. **Relationships between growth dynamics and nitrogen uptake for individual sorghum plants growing at different plant densities**. In: LEMAIRES, G. (Ed.) *Diagnosis of the nitrogen status in crops*. Paris: INRA - Station décopysiologie des Plantes Fourragères, 1992. p.3-43.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F.; GARRET, H.E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v.53, p.269–281, 2001.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M.; LAURA, V.A.; CUNHA, D.N.F.V.R. Produção de gramíneas do gênero *Urochloa* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1183-1190, 2009.

MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.282-289, 2004.

MOREIRA, G.R.; SALIBA, E.O.S.; MAURÍCIO, R.M.; SOUSA, L.F.; FIGUEIREDO, M.P.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. Avaliação da *Urochloa brizantha* cv. marandu em sistemas silvipastoris. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.706-713, 2009.

OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, Í.P.A.; HIGASHIKAWA, E.M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Urochloa brizantha* (hochst. ex a. rich.) stapf cv. marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.748-757, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; JUNIOR, J.D.M.; FILHO, A.V.; RODRIGUEZ, N.M.; MORENZ, M.J.F.; AROEIRA, L.J.M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1528-1535, 2009.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.917-923, 2008.

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

PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; GOMIDE, C.A.M., MAURÍCIO, R.M.; PIRES, M.F.Á.; MÜLLER, M.D., XAVIER, D.F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system, **Livestock Science**, 2011.

SÁNCHEZ, M.D. **Panorama dos sistemas agroflorestais pecuários na América Latina**. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Eds). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.9-17.

SANTOS, M.J.C. **Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental**. 2000. 75p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SAS INSTITUTE. **SAS user’s guide**: release 6.03. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1988. 1028p.

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

SOARES, A.B.; SARTORE, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M., MOREIRA, G.R., GONÇALVES, L.C., BORGES, I.; PEREIRA, L.G.R. Nutritional evaluation of “Braquiaraão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.79, p.179–189, 2010.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; SALIBA, E.O.S.; MOREIRA, G.R. Produtividade e valor nutritivo da *Urochloa brizantha* cv. Marandu em um sistema silvopastoril. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.

VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. **Environmental aspects of forage management**. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; COLLINS, M. et al. (Eds.) **Forages: an introduction to grassland agriculture**. 6.ed. Ames: Blackwell, 2003. p.99-124.

WILSON, J.R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid south-east Queensland. **Tropical Grasslands**, v.32, p.209-220, 1998.

WILSON, J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, p.1075-1093, 1996.

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics – Simulation**, v.22, n.4, p.1079-1106, 1993.

XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Melhoria da fertilidade do solo em pastagem de *Urochloa decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicales**, v.25, p.23-26, 2003.

## **CAPÍTULO II**

### **CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS DO *Eucalyptus urophylla* EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM *Urochloa decumbens* SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar e caracterizar a dinâmica de crescimento e produtividade do *Eucalyptus urophylla*, em resposta ao efeito de três espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m) de plantio do eucalipto em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens*, numa cronosequência, na região dos Campos das Vertentes do estado de Minas Gerais. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos completos casualizados, com quatro blocos, segundo arranjo em parcelas subdivididas com três tratamentos, cinco idades, onde os espaçamentos foram alocados nas parcelas e as idades nas subparcelas. Foi avaliado a sobrevivência, altura (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-O), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por área (Vol/ha), área basal (G), área basal por hectare (G/ha) e incremento médio anual (IMA) aos 24, 30, 36, 42 e 48 meses após o plantio do eucalipto. A porcentagem média de sobrevivência dos 24 aos 48 meses após o plantio foi de 100%. Aos 24 meses o DN-S foi maior no espaçamento 6x4m. Aos 30 e 36 meses foi observado maior DAP nos espaçamentos 6x4m e 10x4m, e maior Vol/ha no espaçamento 3x2m. Aos 42 e 48 meses o DAP, D30, DL-O, DN-S e G foram maiores nos espaçamentos 6x4m e 10x4m, já o Vol/ha, o G/ha e o IMA foram maiores no espaçamento 3x2m. Entretanto, aos 48 meses foi observada maior altura e Vol/plt do eucalipto no espaçamento 10x4m. O efeito da idade de plantio para todas as variáveis ajustou-se ao modelo de regressão linear ou quadrática dependendo do espaçamento e da variável silvicultural, ocorrendo aumento na variável à medida que se aumentou a idade do eucalipto. O espaçamento 3x2m é o mais produtivo e o espaçamento 10x4m tem árvores de melhor qualidade até os 48 meses após o plantio *Eucalyptus urophylla* quando implantados em pastagens já formadas de *Urochloa decumbens*.

**Palavras chave:** Sistemas agroflorestais, Volume de Madeira, Incremento Médio Anual

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate and characterize the dynamics of growth and productivity of *Eucalyptus urophylla* in response to the effect of row spacing (3x2m, 6x4m and 10x4m) planting in a silvopastoral system with *Urochloa decumbens*, and in a sequence of ages in the region of Campos das Vertentes of the state of Minas Gerais. It was used a randomized complete block design with four blocks and two replicates per block, the second split plots with three treatments, ages five, where the densities were allocated to plots and subplots ages. We evaluated the survival, height (H), diameter 30 cm height (D30), diameter at breast height (DBH), crown diameter from east to west (DL-O), diameter in the north-south (DN-S), volume per plant (Vol/plt), volume per area (Vol/ha), basal area (G), basal area per hectare (G/ha) and mean annual increment (MAI) at 24, 30, 36, 42 and 48 months after planting eucalyptus. The average survival of 24 to 48 months after planting was 100%. At 24 months the DN-S was higher in 6x4m spacing. At 30 and 36 months was observed in the largest DBH and 10x4m 6x4m spacings, and bigger Vol/ha spaced 3x2m. At 42 and 48meses DPA, D30, DL-O, ND-S and G were higher in the gaps and 10x4m 6x4m, since Vol/ha, G/ha were higher in the MAI and the spacing 3x2m. However at 48 months was greater height and Vol/plt in eucalyptus spacing 10x4m. The effect of age of planting for all variables set to the linear regression model or quadratic one depending on the variable spacing and silvicultural, there was an increase in the variable as it increases the age of eucalyptus. The spacing was 3x2m which promoted greater Vol/ha, however, over the months, the Vol/plt was increased mainly in the spacing 10x4m, so at the end of a long cycle this spacing can be obtained with more wood for timber value.

**Key words:** Agroforestry, Wood Volume, Mean Annual Increment

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda de madeira de eucalipto e a elevação dos preços dos produtos florestais, os pequenos e médios proprietários rurais e as empresas de reflorestamento se deparam com a oportunidade de plantar eucalipto (CACAU et al., 2008; MAGALHÃES et al., 2007). Com a exploração de madeira de reflorestamento para serraria, para a obtenção de produtos florestais com maior valor agregado, torna-se necessário aumentar o espaçamento entre as linhas de plantio de eucalipto, o ciclo de corte e utilizar tratamentos silviculturais específicos (KRUSCHEWSKY et al., 2007).

Amplios espaçamentos permitem o consórcio com espécies agrícolas e ou forragem, efetivando a inserção do eucalipto em sistemas agrosilvipastoris. As árvores consorciadas com as pastagens podem fornecer tanto serviços (sombra para o gado, fixação de nitrogênio, melhoria na ciclagem de nutrientes, redução da erosão do solo e proteção de nascentes) quanto produtos (madeira, frutos, forragem, óleos, resinas, etc.) (FRANKE e FURTADO, 2001; ANDRADE et al., 2002; CARVALHO et al., 2002). Esses sistemas podem permitir a amortização dos custos de implantação da floresta, com a comercialização dos grãos produzidos e dos produtos originados da pecuária inseridos nos plantios florestais, além da geração de empregos na região (OLIVEIRA, 2005).

Dentre as espécies mais estudadas para esses sistemas, destaca-se o *Eucalyptus urophylla* (MACEDO, et al. 2006). Melo e Zoby (2004) apontaram algumas características desejáveis nas espécies para arborização de pastagens, como compatibilidade ecológica com o local, ser perenifólia, apresentar crescimento rápido, ser resistente a ventos, propiciar alimento, fixar nitrogênio, possuir troncos altos e copa pouco densa, de modo a possibilitar a passagem de luz dentre outras. A prática de desbaste nos menores espaçamentos e desrama nas árvores melhora a qualidade e a intensidade da radiação fotossinteticamente ativa que chega ao sub-bosque, possibilitando o consórcio entre as espécies arbóreas e forrageiras (SOARES, et al., 2009).

Sob o aspecto da silvicultura e do manejo, um dos principais elementos de tomada de decisão é a análise do espaçamento de plantio, através de estudos de crescimento dos indivíduos em diferentes espaçamentos, pois a densidade de árvores de um povoamento florestal influencia a altura, o diâmetro, o volume, a taxa de crescimento, a qualidade da madeira, idade de corte, e conseqüentemente, os aspectos econômicos do investimento (MAGALHÃES et al., 2007).

Os resultados até então obtidos indicam um maior crescimento inicial em altura das plantas em espaçamentos menores (OLIVEIRA, 2005). Kruschewsky et al. (2007) verificaram uma altura maior de plantas nos espaçamentos 3,33x2m, 3,33x3m e 5x2m em relação ao espaçamento 10x2m. Quanto ao diâmetro e volume, resultados indicam que quanto maior o espaçamento, maior o incremento no diâmetro e no volume individual, por árvore (MAGALHÃES, 2003; OLIVEIRA, 2005). Em espaçamentos mais densos, o ritmo de crescimento diminui mais cedo, resultando em rotações mais curtas e indivíduos de dimensões mais reduzidas (MAGALHÃES et al., 2007).

Em espaçamentos mais amplos, espera-se obter uma produção volumétrica no fim de um ciclo longo, similar àquela obtida em espaçamentos mais reduzidos (MAGALHÃES et al., 2007), pois o menor número de árvores com maior volume nos espaçamentos mais amplos podem promover uma maior produção volumétrica por rotação. Entretanto, outros autores observaram que a produção de madeira em espaçamentos reduzidos, ciclos curtos e pequenas dimensões proporcionam maior produção volumétrica por unidade de área que os espaçamentos mais amplos.

O plantio do eucalipto em sistema silvipastoril está sendo considerado uma oportunidade de investimento de médio a longo prazo, principalmente em regiões onde há

uma demanda mais acentuada por esses produtos. Tendo a densidade dos povoamentos influência tão marcante na produção de madeira de qualidade e preços superiores, os estudos relativos a espaçamento de plantio em sistema silvipastoril e a influência do capim-braquiária no desenvolvimento e produtividade do eucalipto tornam-se mais necessários e mais justificados, de modo a desenvolver técnicas de manejo florestal adequadas para esses sistemas.

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar e caracterizar a dinâmica de crescimento e produtividade do *Eucalyptus urophylla* sob o efeito de três espaçamentos em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens*, numa sequência de idades, na região dos Campos das Vertentes do estado de Minas Gerais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

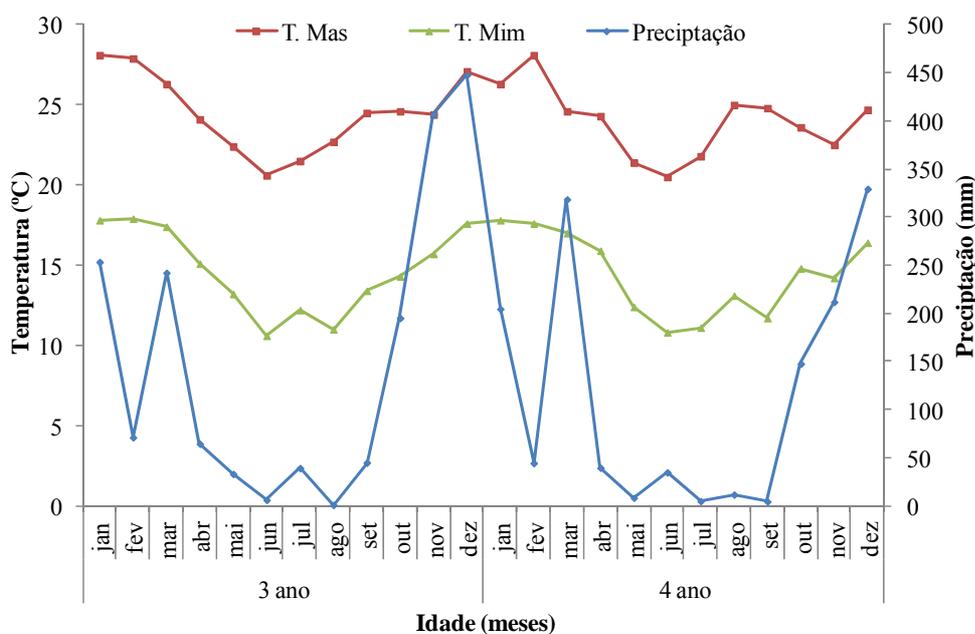
### 2.1 Localização do Estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Registro, localizada no município de Barbacena, MG - Brasil, situada a latitude de 21°15'18''S e longitude de 43°44'01''W e a 1092 m de altitude. O *Eucalyptus urophylla* foi plantado no sentido leste-oeste nos espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m em janeiro de 2008, em uma pastagem de *Urochloa decumbens* (capim-braquiária) de 2,27 ha, formada a 15 anos. As mudas do *Eucalyptus urophylla* foram originadas de sementes.

### 2.2 Clima

O clima é do tipo Cwb (Classificação de Köppen), tropical de altitude, com invernos frios e verões brandos, por ser uma região de relevo serrano. As médias de temperatura máxima e mínima são 24,5 °C e 14,7 °C, respectivamente. O índice pluviométrico é de 1800 mm durante o ano, distribuído nos meses de outubro a abril (INMET, 2012).

A Figura 2 mostra os resultados da temperatura máxima, mínima e precipitação entre os meses de janeiro de 2010 e dezembro de 2011.



**Figura 1.** Temperatura máxima, mínima e precipitação entre os meses de janeiro a dezembro de 2010 e 2011 (INMET, 2012).

### 2.3 Solo da Área Experimental

Na Tabela 1 encontram-se os resultados da análise química do solo da área experimental nas profundidades de 0–10 e 10–20 cm após dois anos da implantação. Conforme os resultados da análise química foi realizada a calagem aplicando-se uma tonelada de calcário dolomítico por hectare.

**Tabela 1.** Resultados da análise química do solo do pasto de capim-braquiária nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m e nas profundidades 0-10 e 10-20 cm.

Esp.	Profun. (cm)	Na	Ca	Mg	K	H+Al Cmolc / dm <sup>3</sup>	Al	T	V %	pHágua 1:2,5	Cor %	P mg/L
3x2m	0-10	0,005	1,33	0,52	10,00	9,80	1,07	1,93	16,10	4,96	1,82	3,00
	10-20	0,003	1,02	0,63	6,00	9,26	1,66	1,68	15,35	4,86	2,15	4,00
6x4m	0-10	0,003	1,66	1,17	11,33	9,70	1,26	2,79	22,07	4,83	2,54	4,33
	10-20	0,003	1,53	0,82	10,66	10,20	1,30	2,46	19,33	4,73	2,70	4,33
10x4m	0-10	0,004	1,12	0,53	9,33	10,23	1,20	1,69	14,14	4,90	2,36	5,66
	10-20	0,003	1,18	0,66	9,66	7,30	0,40	1,79	20,36	5,20	2,15	4,66

## 2.4 Implantação

Em janeiro de 2010 foram alocadas duas unidades experimentais por bloco nos espaçamentos de plantio do eucalipto. Aos 28 meses após o plantio do eucalipto foi realizado a desrama do eucalipto. Foram utilizados vinte metros lineares por unidade experimental. No espaçamento 3x2m, 10 árvores foram medidas (unidades de amostragem) e 5 árvores nos espaçamentos 6x4m e 10x4m.

## 2.5 Delineamento Experimental

Os tratamentos consistiram nos espaçamentos de plantio do eucalipto 3x2m, 6x4m e 10x4m e foram organizados sob um delineamento experimental em blocos completos casualizados, com quatro blocos, segundo arranjo em parcelas subdivididas com três tratamentos, cinco idades, onde os espaçamentos foram alocados nas parcelas e as idades nas subparcelas.

## 2.6 Avaliações

As avaliações foram realizadas após 24, 30, 36, 42 e 48 meses do plantio do eucalipto.

### 2.6.1 Porcentagem de sobrevivência

A porcentagem de sobrevivência (S) foi determinada com base na contagem das plantas vivas, estabelecendo-se uma proporção em relação ao número total de plantas da área útil da unidade experimental, obtendo-se assim, a porcentagem de plantas remanescentes. Os resultados da porcentagem de sobrevivência das árvores foram transformadas para arcsen  $(S/100)^{0,5}$ .

### 2.6.2 Altura

A altura total das plantas em metros, medida do nível do solo até o topo das árvores, foi determinada com o auxílio de uma trena. Para cada unidade experimental mediu-se a altura total de forma direta de todos os indivíduos. A altura total média de cada unidade experimental foi obtida através da média aritmética de todos os indivíduos.

### 2.6.3 Diâmetro a 30 cm de altura

Mediu-se a circunferência a 30 cm (C30) do solo de todas as plantas dentro da área útil de cada unidade experimental, com o auxílio de uma fita métrica com precisão em centímetros. O diâmetro a 30 cm de altura (D30) foi assim calculado  $D30 = C30/\pi$ . A média de D30 de cada unidade experimental foi obtida através da média aritmética de todos os indivíduos medidos na área útil da mesma.

### 2.6.4 Diâmetro a altura do peito

Mediu-se a circunferência à altura do peito (CAP) (1,30m acima do nível do solo) de todas as plantas dentro da área útil de cada unidade experimental, com o auxílio de uma fita métrica com precisão em centímetros. O diâmetro a altura do peito foi assim calculado  $DAP = CAP/\pi$ . A média de DAP de cada unidade experimental foi obtida através da média aritmética de todos os indivíduos medidos na área útil da mesma.

### 2.6.5 Diâmetro da copa

Os diâmetros da copa no sentido leste-oeste e norte-sul foram obtidos através da medição da copa da árvore, utilizando-se de uma fita métrica.

### 2.6.6 Área basal por planta

A área basal por planta dos indivíduos de cada parcela foi calculada por meio da expressão:

$$G = \pi \frac{DAP^2}{40000}$$

G: área basal por planta (m<sup>2</sup>);

$\pi$ : constante;

DAP: diâmetro à altura do peito (cm).

### 2.6.7 Área basal por hectare

Para a obtenção da área basal por hectare, multiplicou-se a área basal por planta pelo número de árvores por hectare, para cada espaçamento avaliado.

### 2.6.8 Volume por planta

O volume, por planta, dos indivíduos da área útil de unidade experimental, foi obtido por meio da expressão a seguir:

$$V = \frac{(DAP^2 \times H \times \pi) \times f}{40000}$$

V = volume (m<sup>3</sup>);

$\pi$  = constante;

DAP = diâmetro à altura do peito (cm);

H = altura das árvores (m);

f = fator de forma (0,42), adotado pela C.M.M. para os trabalhos de inventário.

### 2.6.9 Volume por hectare

Para a obtenção do volume por hectare, multiplicou-se o volume por planta pelo número de árvores por hectare, para cada espaçamento avaliado.

### 2.6.10 Incremento médio anual

O incremento médio anual do volume por hectare (m<sup>3</sup>/ha) foi calculado pela divisão do volume total por hectare pela idade atual do povoamento florestal, em anos, por ocasião de cada avaliação.

## 2.7 Análise Estatística

Para a análise dos dados foram utilizados os valores médios das unidades de amostragem, que geraram os valores das unidades experimentais. As análises de variância foram realizadas com dados não transformados, analisados por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.0 para Windows, específico para casos de medidas repetidas no tempo e em que o tempo é um fator a ser

estudado como causa de variação. A escolha das matrizes de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: espaçamento, idade e as interações entre elas. Os efeitos de espaçamento, idade, bloco e suas interações foram considerados fixos. Como efeitos aleatórios foram considerados o erro experimental entre unidades e o erro para a mesma unidade no tempo. Para comparar as idades de plantio do eucalipto utilizou o procedimento PROC REG do pacote estatístico SAS. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com aplicação do teste F. As médias entre tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS”, e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“DIFF”), a 5% de probabilidade.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Espaçamentos

Considerando-se os espaçamentos testados, a porcentagem média de sobrevivência dos 24 aos 48 meses após o plantio foi de 100%. Houve efeito ( $p < 0,05$ ) da interação entre os espaçamentos e épocas de avaliação (idade), para as variáveis diâmetro a altura do peito (DAP), altura (H), diâmetro a 30cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-O), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por área (Vol/ha), área basal (G), área basal por hectare (G/ha) e incremento médio anual (IMA). Como a interação entre espaçamento e idade foi significativa, seguem nas tabelas 2, 3, 4, 5 e 6 os resultados dos desdobramentos dos espaçamentos dentro de cada idade analisada.

#### 3.1.1 24 meses

Na Tabela 2 são apresentados os resultados para as variáveis silviculturais do eucalipto em sistema silvipastoril nos espaçamentos de plantio 3x2m, 6x4m e 10x4m, analisadas aos 24 meses após o plantio. O menor valor de DN-S corresponde ao espaçamento 10x4m, os demais espaçamentos apresentaram valores maiores, semelhantes entre si. Não foi observado diferença para nenhuma das outras variáveis silviculturais estudadas.

**Tabela 2** Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-O), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal (G), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMA) de *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens*, sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m), aos 24 meses após o plantio.

	Nº de plantas	DAP (cm)	H (m)	D30 (cm)	DL-O (cm)	DN-S (cm)	Vol/plt (m <sup>3</sup> /plt)	Vol/ha (m <sup>3</sup> /ha)	G (m <sup>2</sup> )	G/ha (m <sup>2</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha)
<b>3x2</b>	1666	4,43 <sup>a</sup>	3,96 <sup>a</sup>	5,98 <sup>a</sup>	4,43 <sup>a</sup>	2,11 <sup>ab</sup>	0,0030 <sup>a</sup>	5,23 <sup>a</sup>	0,0016 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>	2,62 <sup>a</sup>
<b>6x4</b>	416	3,59 <sup>a</sup>	3,31 <sup>a</sup>	5,16 <sup>a</sup>	3,59 <sup>a</sup>	3,11 <sup>a</sup>	0,0034 <sup>a</sup>	3,53 <sup>a</sup>	0,0012 <sup>a</sup>	2,05 <sup>a</sup>	1,76 <sup>a</sup>
<b>10x4</b>	250	3,75 <sup>a</sup>	3,35 <sup>a</sup>	5,41 <sup>a</sup>	3,75 <sup>a</sup>	1,91 <sup>b</sup>	0,0034 <sup>a</sup>	2,85 <sup>a</sup>	0,0011 <sup>a</sup>	1,91 <sup>a</sup>	1,42 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade.

#### 3.1.2 30 meses

Na Tabela 3 são apresentados os resultados para as variáveis silviculturais do eucalipto em sistema silvipastoril nos espaçamentos de plantio 3x2m, 6x4m e 10x4m, analisadas aos 30 meses após o plantio.

**Tabela 3** Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-O), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal (G), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMA) de *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens*, sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4 m), aos 30 meses após o plantio.

	Nº de plantas	DAP (cm)	H (m)	D30 (cm)	DL-O (cm)	DN-S (cm)	Vol/plt (m <sup>3</sup> /plt)	Vol/ha (m <sup>3</sup> /ha)	G (m <sup>2</sup> )	G/ha (m <sup>2</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha)
<b>3x2</b>	1666	5,02 <sup>b</sup>	5,97 <sup>a</sup>	6,38 <sup>a</sup>	2,29 <sup>a</sup>	3,57 <sup>a</sup>	0,006 <sup>a</sup>	10,69 <sup>a</sup>	0,0021 <sup>a</sup>	3,59 <sup>a</sup>	4,27 <sup>a</sup>
<b>6x4</b>	416	6,22 <sup>a</sup>	6,25 <sup>a</sup>	7,74 <sup>a</sup>	2,86 <sup>a</sup>	2,83 <sup>a</sup>	0,008 <sup>a</sup>	3,40 <sup>b</sup>	0,0030 <sup>a</sup>	1,27 <sup>a</sup>	1,36 <sup>a</sup>
<b>10x4</b>	250	5,85 <sup>ab</sup>	5,98 <sup>a</sup>	7,34 <sup>a</sup>	2,63 <sup>a</sup>	3,21 <sup>a</sup>	0,007 <sup>a</sup>	1,85 <sup>b</sup>	0,0027 <sup>a</sup>	0,69 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade.

Apesar de não ter observado diferença entre os espaçamentos para o V/plt, foi verificado que o eucalipto no espaçamento 3x2m apresentou maior Vol/ha em relação ao espaçamento 6x4m e 10x4m, sendo 214,27 e 482,99% maior, respectivamente. Isso se deve ao maior número de árvores nesse espaçamento e por não ter observado diferença na altura entre os espaçamentos.

O menor valor em DAP foi observado no espaçamento 3x2m, em relação ao espaçamento 10x4m, mas não diferenciando do espaçamento 6x4m. Isso demonstra a influência do espaçamento no crescimento em diâmetro do eucalipto por volta de dois anos e meio de idade.

### 3.1.3 36 meses

Na Tabela 4 são apresentados os resultados para as variáveis silviculturais do eucalipto analisadas aos 36 meses após o plantio. Os espaçamentos 10x4m e 6x4m apresentaram o maior DAP, em relação ao espaçamento 3x2m. O Vol/ha, G/ha, IMA, que é definida pelo DAP, apresentou o maior valor para o tratamento 3x2, decorrente do maior número de árvores por hectare.

**Tabela 4** Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-0), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMA) de *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens*, sob diferentes espaçamentos (3x2, 6x4 e 10x4m), aos 36 meses após o plantio.

	Nº de plantas	DAP (cm)	H (m)	D30 (cm)	DL-O (cm)	DN-S (cm)	Vol/plt (m <sup>3</sup> /plt)	Vol/ha (m <sup>3</sup> /ha)	G (m <sup>2</sup> )	G/ha (m <sup>2</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha)
<b>3x2</b>	1666	7,25 <sup>b</sup>	6,69 <sup>a</sup>	8,98 <sup>a</sup>	2,71 <sup>a</sup>	2,94 <sup>a</sup>	0,013 <sup>a</sup>	22,89 <sup>a</sup>	0,0043 <sup>a</sup>	7,29 <sup>a</sup>	7,63 <sup>a</sup>
<b>6x4</b>	416	8,74 <sup>a</sup>	6,42 <sup>a</sup>	10,85 <sup>a</sup>	3,34 <sup>a</sup>	3,34 <sup>a</sup>	0,016 <sup>a</sup>	6,84 <sup>b</sup>	0,0065 <sup>a</sup>	2,52 <sup>b</sup>	2,28 <sup>b</sup>
<b>10x4</b>	250	8,33 <sup>a</sup>	6,18 <sup>a</sup>	10,53 <sup>a</sup>	3,37 <sup>a</sup>	3,37 <sup>a</sup>	0,014 <sup>a</sup>	3,65 <sup>b</sup>	0,0053 <sup>a</sup>	1,38 <sup>b</sup>	1,21 <sup>b</sup>

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade.

### 3.1.4 42 meses

Na Tabela 5 são apresentados os resultados para as variáveis silviculturais do eucalipto analisadas aos 42 meses após o plantio. Foi verificado o maior DAP nas plantas cultivadas nos espaçamentos 6x4m e 10x4m. Os espaçamentos de plantio do eucalipto não influenciaram o desempenho produtivo das plantas individualmente, considerando que não houve diferença significativa no Vol/plt. A G/plt por planta apresentou o mesmo comportamento que o DAP.

**Tabela 5** Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-0), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMA) de *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens*, sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4m), aos 42 meses após o plantio.

	Nº de plantas	DAP (cm)	H (m)	D30 (cm)	DL-O (cm)	DN-S (cm)	Vol/plt (m <sup>3</sup> /plt)	Vol/ha (m <sup>3</sup> /ha)	G (m <sup>2</sup> )	G/ha (m <sup>2</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha)
<b>3x2</b>	1666	9,25 <sup>b</sup>	7,83 <sup>a</sup>	11,35 <sup>b</sup>	3,07 <sup>b</sup>	3,11 <sup>b</sup>	0,026 <sup>a</sup>	43,46 <sup>a</sup>	0,007 <sup>b</sup>	11,82 <sup>a</sup>	12,41 <sup>a</sup>
<b>6x4</b>	416	11,69 <sup>a</sup>	8,40 <sup>a</sup>	14,89 <sup>a</sup>	4,49 <sup>a</sup>	4,48 <sup>a</sup>	0,038 <sup>a</sup>	15,99 <sup>b</sup>	0,010 <sup>a</sup>	4,50 <sup>b</sup>	4,57 <sup>b</sup>
<b>10x4</b>	250	11,76 <sup>a</sup>	8,06 <sup>a</sup>	14,71 <sup>a</sup>	4,26 <sup>a</sup>	4,37 <sup>a</sup>	0,037 <sup>a</sup>	9,48 <sup>b</sup>	0,011 <sup>a</sup>	2,76 <sup>b</sup>	2,70 <sup>b</sup>

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade.

Já a G/ha, o IMA e o Vol/ha foram influenciados pelo número de árvores de modo que, no espaçamento mais adensado (3x2m), foi encontrada a maior produtividade em volume, 43,46m<sup>3</sup>/ha, comparada com 15,99 e 9,48m<sup>3</sup>/ha no espaçamento 6x4m e 10x4m, respectivamente. Também se observou que os espaçamentos mais amplos (6x4m e 10x4m) apresentaram DL-O e DN-S maiores do que o mais adensado (3x2 m).

A tendência de expressão das variáveis DAP, D30, DL-O, DN-S, Vol/ha, G, G/ha e IMA, observada aos 42 meses após o plantio, foi idêntica à observada aos 36 meses após o plantio. Isso provavelmente indica que, a partir destes períodos, começa a ocorrer uma definição mais acentuada dos efeitos dos espaçamentos sobre o crescimento individual das árvores.

### 3.1.5 48 meses

Na Tabela 6 são apresentados os resultados para as variáveis silviculturais do eucalipto analisadas aos 48 meses após o plantio. Observou-se um maior DAP e D30 do eucalipto nos espaçamentos 6x4m e 10x4m em relação ao espaçamento 3x2m. O DL-O e o DN-L foram menores no espaçamento 3x2m. Na idade de 48 meses, a altura foi maior no espaçamento 10x4m em relação aos demais, comportamento diferente das outras idades. O Vol/plt foi maior no espaçamento 10x4m, intermediário no espaçamento 6x4m e menor no espaçamento 3x2m, entretanto, o Vol/ha foi maior no 3x2m.

O maior valor de G foi observado nos espaçamentos 6x4m e 10x4m. Já o G/ha foi maior no espaçamento 3x2m em relação aos espaçamentos 10x4m e 6x4m. Os espaçamentos 6x4m e 10x4m não diferiram apesar do maior número de árvores no espaçamento 6x4m. O espaçamento 3x2m apresentou IMA da ordem de 15,00m<sup>3</sup>/ha/ano.

**Tabela 6** Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), diâmetro a 30 cm de altura (D30), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-0), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal (G), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMA) de *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens*, sob diferentes espaçamentos (3x2m, 6x4m e 10x4 m), aos 48 meses após o plantio.

	Nº de plantas	DAP (cm)	H (m)	D30 (cm)	DL-O (cm)	DN-S (cm)	Vol/plt (m <sup>3</sup> /pl)	Vol/ha (m <sup>3</sup> /ha)	G (m <sup>2</sup> )	G/ha (m <sup>2</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha)
<b>3x2</b>	1666	10,70 <sup>b</sup>	8,54 <sup>b</sup>	12,18 <sup>b</sup>	4,10 <sup>b</sup>	4,35 <sup>b</sup>	0,036 <sup>c</sup>	60,00 <sup>a</sup>	0,009 <sup>b</sup>	15,58 <sup>a</sup>	15,00 <sup>a</sup>
<b>6x4</b>	416	13,79 <sup>a</sup>	9,50 <sup>b</sup>	17,38 <sup>a</sup>	6,17 <sup>a</sup>	5,94 <sup>a</sup>	0,065 <sup>b</sup>	25,03 <sup>b</sup>	0,014 <sup>a</sup>	6,24 <sup>b</sup>	6,25 <sup>b</sup>
<b>10x4</b>	250	13,97 <sup>a</sup>	13,74 <sup>a</sup>	15,40 <sup>a</sup>	5,89 <sup>a</sup>	5,72 <sup>a</sup>	0,086 <sup>a</sup>	21,57 <sup>b</sup>	0,015 <sup>a</sup>	3,88 <sup>b</sup>	5,39 <sup>b</sup>

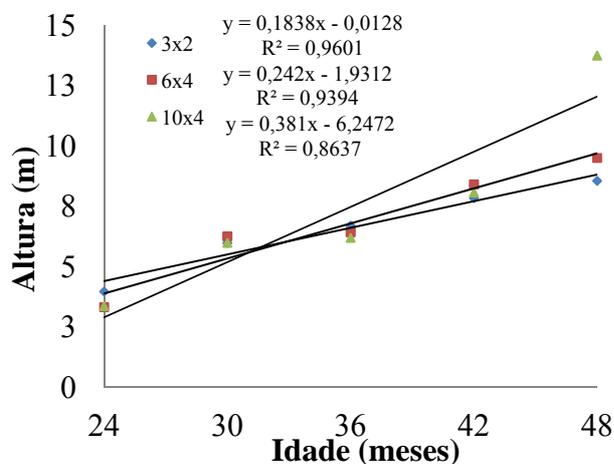
Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pela probabilidade da diferença ("DIFF"), a 5% de probabilidade.

## 3.2 Idades de Plantio do Eucalipto

Para o desdobramento de épocas de avaliação dentro de cada espaçamento, nas variáveis altura de plantas (H), diâmetro a 30cm de altura (D30), diâmetro à altura do peito (DAP), diâmetro da copa no sentido leste-oeste (DL-0), diâmetro da copa no sentido norte-sul (DN-S), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), área basal (G), área basal por hectare (G/ha), e incremento médio anual (IMA) foram ajustadas aos modelos de regressão (Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11). O modelo de regressão que se ajusta às variáveis silviculturais varia com o espaçamento estudado.

### 3.2.1 Altura

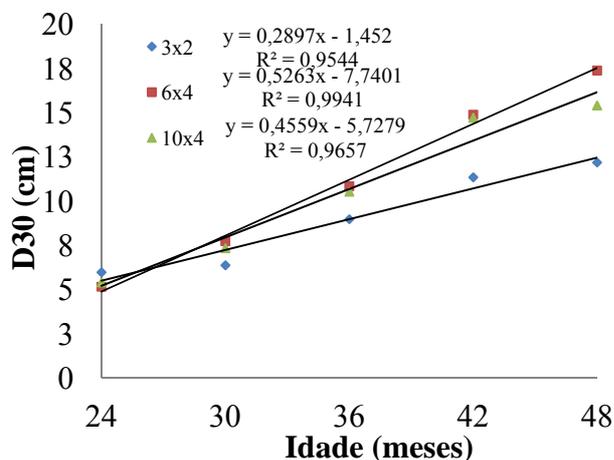
A altura do eucalipto variou ( $p < 0,05$ ) com a idade. Foi verificado comportamento linear ( $P < 0,05$ ) para os espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m (Figura 2), sendo que a altura aumenta na medida em que se aumenta a idade do eucalipto.



**Figura 2.** Altura (m) do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* em função da idade de avaliação.

### 3.2.2 Diâmetro a 30 cm de altura

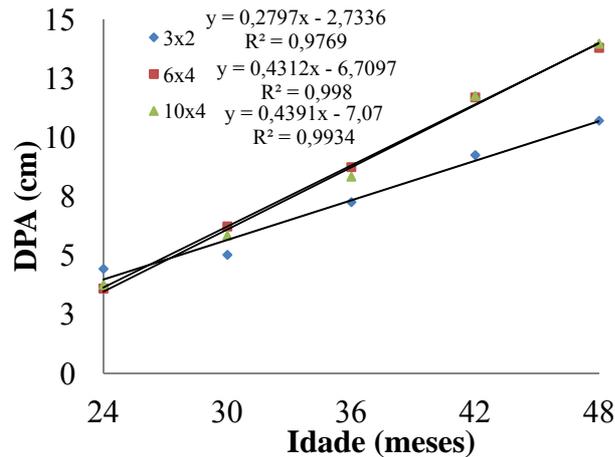
O diâmetro a 30cm de altura (D30) do eucalipto variou ( $p < 0,05$ ) conforme as idades. Os espaçamentos 6x4m e 10x4m apresentaram maior D30 em relação ao espaçamento 3x2m. Pode-se observar que, para todos os espaçamentos, o melhor ajuste foi obtido por meio de regressão linear (Figura 3), ocorrendo aumento na D30 à medida que se aumenta a idade do eucalipto.



**Figura 3.** Diâmetros a 30 cm de altura (cm) do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* em função da idade de avaliação.

### 3.2.3 Diâmetro a altura do peito

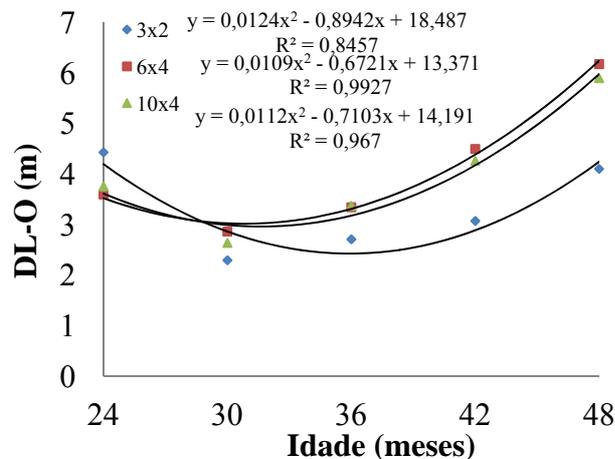
O diâmetro a altura do peito do eucalipto variou ( $p < 0,05$ ) conforme as idades. O DAP dos 24 até 48 meses ajustou-se ao modelo de regressão nos espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m (Figura 4), mostrando que, para todos os espaçamentos, o crescimento do eucalipto em DAP ocorreu de maneira linear. No espaçamento 3x2m foi observado uma taxa de crescimento menor em relação aos outros espaçamentos.



**Figura 4.** Diâmetros a altura do peito (DPA) em cm do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* em função da idade de avaliação.

### 3.2.4 Diâmetro da copa no sentido Leste-Oeste

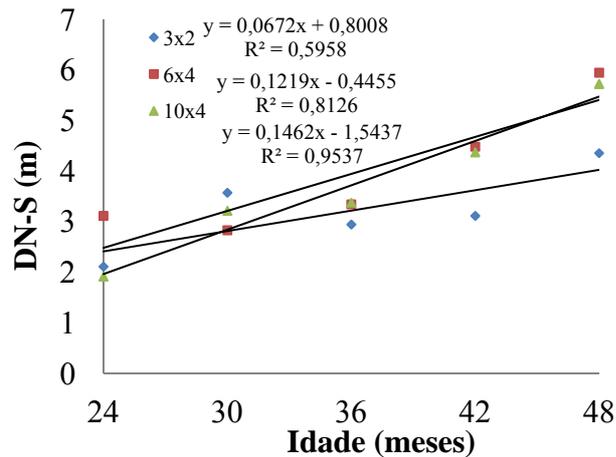
O DL-O do eucalipto foi influenciado significativamente ( $p < 0,05$ ) pelas idades do eucalipto em todos os espaçamentos (Figura 5). A equação de regressão quadrática foi a que melhor se ajustou ao DL-O em todos os espaçamentos. Aos 30 meses de idade do eucalipto observou-se um decréscimo no DL-O aumentando à medida em que se aumenta a idade do eucalipto, isso ocorreu devido ao desbaste realizado nesta época.



**Figura 5.** Diâmetros da copa no sentido Leste-Oeste (DL-O) (m) do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* em função da idade de avaliação.

### 3.2.5 Diâmetro da copa no sentido Norte-Sul

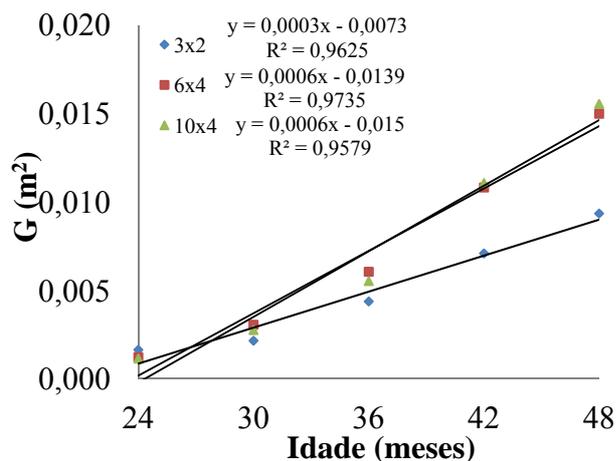
O diâmetro da copa no sentido norte-sul do eucalipto variou ( $p < 0,05$ ) conforme as idades. Em relação à idade do eucalipto, observou-se que a DN-S ajustou-se a uma equação de regressão linear em função do incremento dos meses após o plantio do eucalipto (Figura 6).



**Figura 6.** Diâmetros da copa no sentido leste-oeste (DN-S) em cm do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* em função da idade de avaliação.

### 3.2.6 Área basal por planta

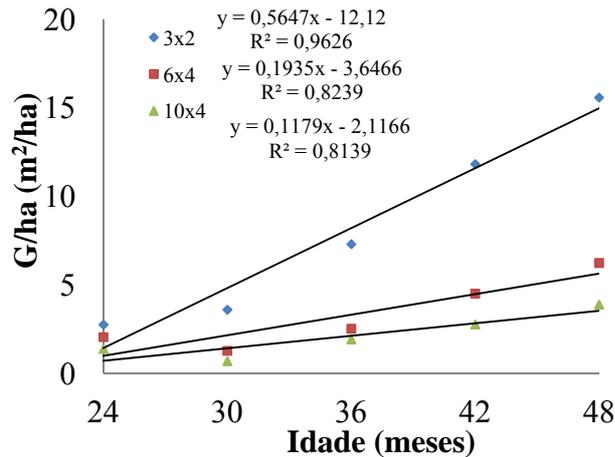
A área basal por planta do eucalipto variou ( $p < 0,05$ ) conforme as idades. A resposta do eucalipto no espaçamento 3x2m, 6x4m e 10x4m ajustaram a um modelo quadrático (Figura 7). A G aumentou à medida que se passaram os meses.



**Figura 7.** Diâmetros a 30 cm de altura (cm) do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* em função da idade de avaliação.

### 3.2.7 Área basal por hectare

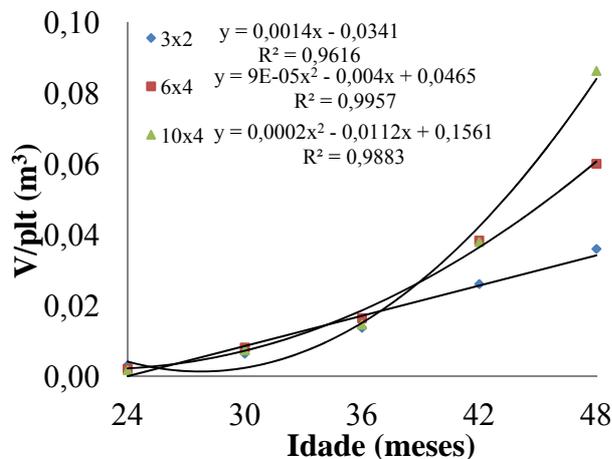
A área basal por ha do eucalipto variou ( $p < 0,05$ ) conforme as idades. Os espaçamentos 3x2m, 6x4m e 10x4m ajustaram-se a um modelo linear de regressão (Figura 8).



**Figura 8.** Diâmetros a 30 cm de altura (cm) do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* em função da idade de avaliação.

### 3.2.8 Volume por planta

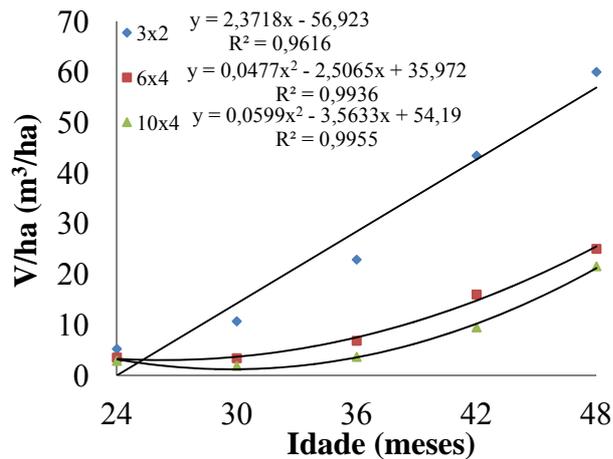
O Vol/plt do eucalipto variou ( $p < 0,05$ ) conforme as idades. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para o Vol/plt do eucalipto nos espaçamentos 6x4m e 10x4m nas idades (24, 30, 36, 42 e 48 meses) ajustando-se a um modelo de regressão quadrático com o menor Vol/plt verificado aos 24 meses (Figura 9). O espaçamento 3x2m ajustou-se a um modelo de regressão linear.



**Figura 9.** Volume por planta ( $m^3$ ) do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* em função da idade de avaliação.

### 3.2.9 Volume por hectare

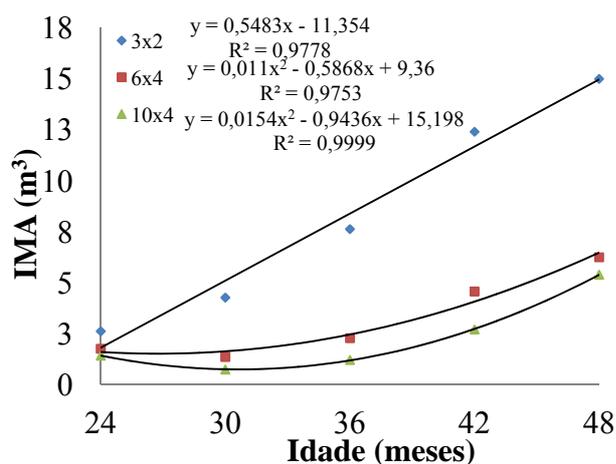
O Vol/ha do eucalipto variou ( $p < 0,05$ ) conforme as idades. O Vol/ha do eucalipto no espaçamento 3x2m aumentou significativamente e de forma linear ( $p < 0,05$ ) em função dos meses de avaliação (Figura 10), encontrando os maiores valores de Vol/ha nos últimos meses de avaliação do eucalipto. Já nos espaçamentos 6x4m e 10x4m foi observado resposta quadrática para o Vol/ha, aumentando após os 36 meses de plantio do eucalipto. O espaçamento 10x4m, apesar de em menor número de árvores, apresentou uma taxa de crescimento maior que o espaçamento 6x4m.



**Figura 10.** Volume por hectare ( $m^3/ha$ ) do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* em função da idade de avaliação.

### 3.2.10 Incremento médio anual

O IMA do eucalipto variou ( $p < 0,05$ ) conforme as idades. As equações de regressão que melhor se ajustaram ao IMA estão apresentadas na Figura 11. O espaçamento 3x2m apresentou resposta linear e os espaçamentos 6x4m e 10x4m quadrática.



**Figura 11.** Incremento médio anual ( $m^3/ha$ ) do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens* em função da idade de avaliação.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Sobrevivência

A alta porcentagem de sobrevivência dos 24 aos 48 meses indica que, independentemente do espaçamento utilizado, o *Eucalyptus urophylla* apresentou potencial de estabelecimento e adaptação às condições ecológicas da região. Macedo et al. (2006) realçaram que a capacidade potencial de estabelecimento das espécies de rápido crescimento normalmente pode ser observada no campo, nos primeiros períodos pós-plantio, avaliada através da sua porcentagem de sobrevivência. Sob as condições de campo, normalmente as mudas de diferentes espécies florestais se diferem em suas expressões fenotípicas de adaptação e de vigor.

MAGALHÃES et al. (2007), avaliando a sobrevivência de clones/procedências nos espaçamentos 3x2 m, 6x2m, 6x3 m e 6x4 m, observaram que o espaçamento mais amplo (6x4 m) apresentou média superior aos demais. Segundo Botelho (1998), nos espaçamentos mais adensados ocorre uma maior competição pelos elementos essenciais à sobrevivência das plantas.

### 4.2 Altura

A maior altura do eucalipto foi encontrada no espaçamento 10x4m aos 48 meses, até então não havia diferença entre os espaçamentos. Existe certa controvérsia quanto aos reflexos sobre a altura das árvores, havendo casos em que ocorre aumento da altura em espaçamentos maiores e outros em que o resultado é o oposto (KRUSCHEWSKY, et al., 2007).

Os resultados obtidos neste trabalho confirmam as constatações de Kruschewsky, et al. (2007), avaliando a altura do eucalipto, sob os espaçamentos 3,33x m, 3,33x3m, 5x2m e 10x2m em sistema agrossilvipastoril, no cerrado de Minas Gerais, em cinco épocas, até os 67 meses de idade e observaram que aos 18, 27, 36 meses a altura de plantas foi maior nos arranjos 3,33 x 2m, 3,33x3m e 5x2m. O tratamento 3,33x2m, que está entre os arranjos que apresentaram maior altura nos três primeiros anos, por volta do quarto ano (51 meses), foi observado o pior desempenho em altura, ao contrário do arranjo 10 x 2m, que até aos 38 meses obteve o pior crescimento em altura e aos 51 meses de idade está relacionado entre os tratamentos com maior altura. Aos 67 meses a maior altura média foi observada no tratamento 10 x 2m, que diferiu estatisticamente dos demais, com valor de 25,26m.

Bernardo (1995) afirmou que a diminuição da altura média das árvores com o passar do tempo à medida que se diminui o espaçamento, ocorre em razão do aumento do número de árvores dominadas. Conforme Oliveira (2005), a maior altura nos espaçamentos mais amplos aos quatro anos deve-se ao efeito da competição por água e nutrientes, nos arranjos com menor área útil, com conseqüente diminuição da taxa de crescimento. Leite et al. (1997) constataram que, em períodos com menos água disponível no solo, houve maior restrição ao crescimento onde as plantas estavam mais adensadas.

MAGALHÃES et al. (2007) avaliaram a altura de mudas clonais de híbridos naturais de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh com *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, com quatro espaçamentos de plantio (3x2m; 6x2m; 6x3m e 6x4m). A coleta dos dados foi realizada aos 9,4 anos de idade e não foi observado diferença na altura. Rondon et al. (2002) avaliando crescimento de árvores sob diferentes espaçamentos, constatou que em espaçamentos mais amplos as plantas apresentaram alturas superiores.

### 4.3 Diâmetro a 30 cm de Altura

O espaçamento exerce grande influência no crescimento em diâmetro, principalmente na fase inicial de desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA NETO et al., 2003). Os menores valores de D30 foram encontrados no espaçamento 3x2m.

#### **4.4 Diâmetro a Altura do Peito**

De um modo geral, observou-se um aumento do diâmetro a altura do peito à medida que se aumenta a área disponível para cada planta (MAGALHÃES et al., 2007). KRUSCHEWSKY et al. (2007) verificaram que o espaçamento continuou influenciando a variável DAP, observados aos 18, 27, 38 e 51 meses após o plantio, em que o maior valor encontrado foi no arranjo 10 x 2m, com 11,55, 11,55, 14,19 e 16,95 cm respectivamente.

MORAIS (2006) avaliando o efeito dos espaçamentos de plantio do eucalipto (3x2m, 6x2m, 6x3m, 6x4m e 12x2,5m) no DAP, aos 24, 36 e 48 meses, observou que o espaçamento 3x2m apresentou o menor DAP, os espaçamentos 6x2m e 6x3m intermediários e os maiores valores foram obtidos nos espaçamentos 6x4m e 12x2,5m.

Magalhães et al. (2007) avaliando o desempenho silvicultural de clones e espécies de *Eucalyptus* na região noroeste de Minas Gerais aos 9 anos de idade, observou efeito do espaçamento no DAP das plantas. O espaçamento 6x4m apresentou maior DAP em relação aos espaçamentos 3x2m, 6x2m e 6x3m.

#### **4.5 Diâmetro da Copa no Sentido Leste-Oeste e Norte-Sul**

A característica da copa é um importante fator na seleção de espécies para sistemas silvipastoris (OLIVEIRA et al., 2009). O diâmetro da copa no sentido leste-oeste e norte-sul foram maiores nos maiores espaçamentos, assim esses espaçamentos têm uma influência maior no sub-bosque.

Essa característica é almejada em consórcios agroflorestais, principalmente por possibilitar maior entrada de luz nos estratos inferiores consorciados nas entrelinhas, sendo esta uma das formas de expressão do potencial genético do eucalipto a serem inseridos em sistemas silvipastoris (MACEDO et al., 2006).

#### **4.6 Área basal por Planta**

A produção ( $m^2 ha^{-1}$ ) é resultado do efeito da sobrevivência e do crescimento em altura e em diâmetro (LEITE et al., 2006). O maior G/plt foi obtido no espaçamento pois 10x4m apresentou maior altura e diâmetro e a sobrevivência foi igual para todos espaçamentos.

#### **4.7 Área basal por Hectare**

A área basal por hectare, que é definida pelo diâmetro, apresentou a melhor média para o tratamento 3x2m, conseqüentemente decorrente do maior número de árvores por hectare. O efeito do número de árvores por unidade de área é fundamental na determinação dos valores de maior produtividade observada nos espaçamentos mais adensados (PINKARD e NEILSEN, 2003).

#### **4.8 Volume por Planta**

A produção ( $m^3 ha^{-1}$ ) é resultado do efeito da sobrevivência e do crescimento em altura e em diâmetro (LEITE et al., 2006). O maior Vol/plt foi obtido no espaçamento pois 10x4m apresentou maior altura e diâmetro e a sobrevivência foi igual para todos espaçamentos. Este resultado está de acordo com Pinkard e Nielsen (2003) que encontraram maior volume por árvore devido ao maior DAP em povoamento com 500 árvores de *Eucalyptus nitens* por hectare, comparado às densidades de até 1.667 árvores por hectare.

#### **4.9 Volume por Hectare**

O valor de Vol/ha decresceu com o aumento do espaçamento de plantio. Segundo Kruschewsky et al. (2007) o maior crescimento em altura, DAP e produtividade individual (G/planta e Vol/planta), observados em plantas em maiores espaçamentos, não compensaram a produção obtida pelo maior número de árvores nos espaçamentos menores, até os cinco anos de idade.

Morais (2006) observou que os maiores valores médios de volumes por hectare foram obtidos nos espaçamentos mais adensados (3x2m e 6x2 m). Oliveira Neto et al. (2003) citam que ocorre maior produção por unidade de área nos espaçamentos mais reduzidos, em função do maior número de indivíduos.

#### **4.10 Incremento Médio Anual**

De modo geral, os valores do incremento médio anual de vol/ha decresceram com o aumento do espaçamento de plantio, o que demonstra que o efeito do número de plantas por unidade de área foi determinante da maior produtividade em volume/ha, confirmando as conclusões de Pinkard e Neilsen (2003).

Morais (2006) analisando a dinâmica de crescimento de um clone de eucalipto implantado sob os espaçamentos 3x2m, 6x2m, 6x3m, 6x4m e 12x2,5m, observou que o IMA foi maior no espaçamento 3x2m, dos 12 aos 84 meses.

## 5 CONCLUSÕES

Os três espaçamentos de plantio do eucalipto influenciam a dinâmica de crescimento e produtividade do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Urochloa decumbens*, numa sequência de idades, na região dos Campos das Vertentes do estado de Minas Gerais.

O espaçamento 3x2m é o mais produtivo e o espaçamento 10x4m tem árvores de melhor qualidade até os 48 meses após o plantio *Eucalyptus urophylla* quando implantados em pastagens já formadas de *Urochloa decumbens*.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. Árvores de baginha *Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.574-582, 2002.

BERNARDO, A.L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região do cerrado de Minas Gerais**. 1995. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

BOTELHO, S.A. **Espaçamento**. In: SCOLFORO, J. R. S. Manejo florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p.381-405.

CACAU, F. V., REIS, G. G., REIS, M. G. F., LEITE, H. G., ALVES, F. F., SOUZA, F. C. Decepa de plantas jovens de eucalipto e manejo de brotações, em um sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p.1457-1465, 2008.

CARVALHO, M. M.; ALVIN, J.M.; XAVIER, D.F.; YAMAGUCHI, L.C.T. **Estabelecimento de sistemas silvipastoris: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa fertilidade**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. 12 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica; 68).

FRANKE, I.L.; FURTADO, S.C. **Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 51 p. (Embrapa Acre. Documentos; 74).

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Base de dados climáticos. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em 1 de janeiro de 2012.

KRUSCHEWSKY, G.C.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T.K. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agrossilvipastoril no cerrado. **Cerne**, v. 13, n. 4, p. 360-367, 2007.

LEITE, F.P.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; SANS, L.M.A.; FABRES, A.S. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Revista Árvore**, v.21, n.3, p.313-321, 1997.

LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; MOREIRA, A.M. Efeito do espaçamento e da idade sobre as variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v.30, p.603-612, 2006.

MACEDO, R.L.G.; BEZERRA, R.G.; VENTURIN, N.; VALE, R.S.; OLIVEIRA, T.K. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.701-709, 2006.

MAGALHÃES, W. M. **Desempenho silvicultural de clones e procedências de *Eucalyptus* em diferentes espaçamentos na região Noroeste de Minas Gerais**. 2003. 73p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MAGALHÃES, W.M.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E.M.; JÚNIOR, M.Y. Desempenho silvicultural de clones e espécies/procedências de *Eucalyptus* na região noroeste de Minas Gerais. **Cerne**, v.13, n.4, p.368-375, 2007.

MELO, J.T.; ZOBY, J.L.F. **Espécies para arborização de pastagens**. Planaltina :Embrapa-CPAC, 2004. 4p. (Circular Técnica, 113)

MORAIS, V.M. **Dinâmica de crescimento de eucalipto clonal sob diferentes espaçamentos, na região noroeste do estado de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006. 63p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

OLIVEIRA NETO, S.N.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; NEVES, J.C.L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.15-23, 2003.

OLIVEIRA, T. K. de. **Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de Cerrado**. 2005. 150 p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

OLIVEIRA, T.K.; LUZ, S.A.; SANTOS, F.C.B.; OLIVEIRA, T.C.; LESSA, L.S. Crescimento de espécies arbóreas nativas em sistema silvipastoril no acre Amazônia: **Ciência e Desenvolvimento**, v.4, n.8, p.121–126, 2009.

PINKARD, E.A.; NEILSEN, W.A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, n.172, p.215-227, 2003.

RONDON, E.V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *schizolobium amazonicum* (huber) ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.573-576, 2002.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: release 6.03. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1988. 1028p.

SOARES, A.B.; SARTORE, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics – Simulation**, v.22, n.4, p.1079-1106, 1993.

## **CONCLUSÕES GERAIS**

A escolha do espaçamento de plantio do eucalipto em sistema silvipastoril depende do objetivo do produto. Se o objetivo for maior produtividade de madeira com menor produção animal deve-se optar pelo espaçamento 3x2m. Caso seja maior produtividade do pasto como consequência, maior produção animal com maneira com alto valor agregado deve-se optar pelo espaçamento 10x4m.