

FABIANA LOPES RAMOS DE OLIVEIRA

**RECUPERAÇÃO DE PASTO, ASSOCIADA À PRODUÇÃO DE
SILAGEM DE SORGO E MADEIRA, EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, concentração em Agroecologia, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Leonardo David Tuffi Santos

Montes Claros

2011

Oliveira, Fabiana Lopes Ramos de.

O48r
2011 Recuperação de pasto, associada à produção de silagem de sorgo e madeira, em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta / Fabiana Lopes Ramos de Oliveira. Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2011.

82 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

Orientador: Prof. Leonardo David Tuffi Santos.

Banca examinadora: Márcia Vitória Santos, Luciana Castro Gereseev, Christian Dias Cabacinha, Reginaldo Arruda Sampaio, Leonardo David Tuffi Santos.

Inclui bibliografia: f. 69-82.

1. Silvicultura. 2. Agroecologia. I. Santos, Leonardo David Tuffi. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 630

Elaborada pela BIBLIOTECA COMUNITÁRIA DO ICA/UFMG

FABIANA LOPES RAMOS DE OLIVEIRA

**RECUPERAÇÃO DE PASTO, ASSOCIADA À PRODUÇÃO DE
SILAGEM DE SORGO E MADEIRA, EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA**

Prof.^a Márcia Vitória Santos
(UFRA)

Prof.^a Luciana Castro Gereseev
(ICA/UFMG)

Prof. Christian Dias Cabacinha
(ICA/UFMG)

Prof. Reginaldo Arruda Sampaio
Coorientador (ICA/UFMG)

Prof. Leonardo David Tuffi Santos
Orientador (ICA/UFMG)

Aprovada em 12 de julho de 2011.

Montes Claros

2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me amparou todo esse tempo e me deu força e amigos para seguir em frente.

Aos meus queridos pais, Célia Maria Lopes de Oliveira e Ailton Ramos de Oliveira, e ao meu irmão, Fernando Lopes Ramos de Oliveira, que me apoiaram e estiveram comigo em todos os momentos e se alegraram com cada vitória minha, como se fosse deles mesmos. Eu amo vocês!

Ao Professor orientador, Leonardo David Tuffi Santos, a oportunidade, a confiança, a orientação, a dedicação e a amizade a mim conferida.

Aos professores Reginaldo Arruda Sampaio, Christian Dias Cabacinha, Luciana Castro Gereseev, o apoio na implantação, na condução e na coleta de dados do experimento.

À UFMG e, em especial, ao Instituto de Ciências Agrárias, que me deu a oportunidade de me tornar mestre.

À CAPES a concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dalton a sincera amizade e as lições de vida e superação.

À professora e amiga Márcia Vitória Santos, os esclarecimentos, as sugestões, o incentivo e a sincera amizade.

Aos alunos do grupo de estudos SAF'S, que contribuíram no desenvolvimento do experimento, em especial, Antônio, Vitor, Dalvânia, Gustavo, Edmilson, Antônio Vitor e Maíra, que sempre estiveram ao meu lado e dispostos a trabalhar.

Aos alunos do GENA, em especial ao Leandro, que disponibilizou o seu tempo nas análises e na coleta de dados.

Aos amigos Délcio, Anne Caroline, Guélmer, Marcos Vinícius, Lorena, Hanna, Júlia a amizade, os momentos de convivência, a paciência, o estímulo e a felicidade.

A todos aqueles que não foram aqui citados, mas que contribuíram, efetivamente, para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO DE SORGO-SILAGEM E FORMAÇÃO DE PASTO COM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

GRÁFICO 1 -	Médias por períodos do mês (período de 10 dias) de precipitação (mm), de insolação (hs), de umidade (%) e de temperatura (°C), durante a realização do ensaio	25
GRÁFICO 2 -	Altura do sorgo (m) a distâncias de 2, 4 e 6 m das fileiras de árvores em sistemas ILPF, com e sem associação de acácia ao eucalipto	30
GRÁFICO 3 -	Altura do sorgo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com eucalipto ou eucalipto+acácia, em plantios intercalados nas linhas de cultivo das árvores	31

CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO PRODUTIVO DE EUCALIPTO E ACÁCIA, EM DIFERENTES ARRANJOS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

GRÁFICO 1 -	Altura das árvores de eucalipto quando consorciadas ou não com <i>Acácia Mangium</i> Willd. em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e em monocultivo exclusivo de eucalipto	47
GRÁFICO 2 -	Diâmetro do tronco à altura do peito (DAP) das árvores de eucalipto quando consorciadas ou não com <i>Acácia Mangium</i> Willd em sistemas ILPF e em monocultivo de eucalipto	48
GRÁFICO 3 -	Altura das árvores de acácia quando consorciadas com eucalipto em sistemas ILPF e em monocultivo	49
GRÁFICO 4 -	Diâmetro de tronco à altura do peito (DAP) das árvores de <i>Acácia Mangium</i> Willd quando consorciadas com eucalipto em sistemas ILPF e em monocultivo	50

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO DE SORGO-SILAGEM E FORMAÇÃO DE PASTO COM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

- 1 - Número de plantas de sorgo, forrageiras perenes, estilosantes e plantas daninhas, 30 e 100 dias após a semeadura, na integração lavoura-pecuária-floresta..... 28
- 2 - Altura de sorgo, forrageiras, estilosantes e plantas daninhas e altura de plantas de sorgo, forrageiras e estilosantes, na integração lavoura-pecuária-floresta, 100 dias após a semeadura 32
- 3 - Índices de equivalência de área (IEA) dos consórcios de sorgo com três gramíneas forrageiras 33
- 4 - Massa seca de sorgo, de estilosantes e de forrageiras em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, com eucalipto ou eucalipto+acácia, 100 dias após a semeadura 35

CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO PRODUTIVO DE EUCALIPTO E ACÁCIA, EM DIFERENTES ARRANJOS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

- 1 - Parâmetros estatísticos de modelos de crescimento volumétricos de dupla entrada estimados para os diferentes tratamentos da ILPF e monocultivo 45
- 2 - Produtividade por hectare (m³), incremento médio anual (IMA) (m³) e produtividade dos sistemas por hectare de madeira de eucalipto e acácia quando consorciadas ou não em sistemas de ILPF, com espaçamento de 10x2 e em monocultivo exclusivo, com espaçamento de 3x2, com 25 meses de idade 52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
C	Carbono
CF	Cultura forrageira
CNF	Carboidratos não-fibrosos
CS	Cultura de sorgo
DAP	Diâmetro altura do peito
DAS	Dias após a semeadura
DAT	Dias após o transplante
desvpad	Desvio padrão
E + A	Eucalipto consorciado com acácia na mesma linha de plantio
EE	Extrato etéreo
FB	Fibra bruta
FDA	Fibra detergente ácido
FDN	Fibra detergente neutro
ha	Hectare
hr	Altura relativa
ht	Altura total
IC	Intervalo de confiança
ICA	Instituto de Ciências Agrárias
IEA	Índice de equivalência de área
IF	Índice de equivalência de área da forrageira
ILPF	Integração lavoura-pecuária-floresta
IMA	Incremento médio anual
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IS	Índice de equivalência de área do sorgo

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO	10
1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	Sistemas agroflorestais (SAF's)	11
2.1.1	Classificação e componentes dos SAF's	13
2.1.1.1	Componente agrícola	13
2.1.1.2	Componente forrageiro	14
2.1.1.3	Componente arbóreo.....	18
	CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO DE SORGO-SILAGEM E FORMAÇÃO DE PASTO COM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA	21
	RESUMO	21
	ABSTRACT	22
1	INTRODUÇÃO	23
2	MATERIAL E MÉTODOS	24
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4	CONCLUSÃO	37
	CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO PRODUTIVO DE EUCALIPTO E ACÁCIA, EM DIFERENTES ARRANJOS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA- PECUÁRIA-FLORESTA	38
	RESUMO	38
	ABSTRACT	39
1	INTRODUÇÃO	40
2	MATERIAL E MÉTODOS	42
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4	CONCLUSÃO	54

	CAPÍTULO 4 - COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE SORGO, ADICIONADA DE CAPIM-MARANDU E CAPIM-TANZÂNIA	55
	RESUMO	55
	ABSTRACT	56
1	INTRODUÇÃO	57
2	MATERIAL E MÉTODOS	58
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS	69

CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

A expansão das atividades agropecuárias sempre esteve associada a impactos ambientais negativos, a exemplo dos ciclos econômicos que marcaram a história do Brasil, como o do pau-brasil, da cana-de-açúcar, do café, da mineração e da pecuária, que foram baseados no uso contínuo da queima e da derrubada da cobertura florestal, em total ausência de preocupação com o esgotamento dos recursos naturais (ENGEL, 2003).

Assim, as atividades tanto pecuaristas quanto florestais, destinadas aos monocultivos, se tornaram causas de conflitos ambientais relacionadas ao desmatamento, às queimadas, à compactação, à erosão, ao esgotamento da fertilidade dos solos e à perda de biodiversidade (IBRAHIM *et al.*, 2003), resultando em extensas áreas degradadas. Com isso, o processo de degradação das pastagens é considerado como um dos maiores problemas para a pecuária brasileira, uma vez que esse setor tem, nas pastagens, a base para a alimentação do rebanho bovino (PAULINO *et al.*, 2002).

A região norte de Minas Gerais também apresenta pastagens em processo de degradação, não diferente do restante do país, sendo agravado pelas dificuldades climáticas, sobretudo pela má distribuição das chuvas ao longo do ano. Mesmo assim, a região está tradicionalmente associada à agropecuária, porém vêm surgindo, nas últimas décadas, novas oportunidades, associadas à produção florestal. Apesar do potencial florestal da região, a atividade de produção madeireira está concentrada em grandes áreas e em plantios homogêneos de uma única espécie. Tal fato está, em parte, associado ao caráter do retorno financeiro da silvicultura ser de médio a longo prazo (SANTOS *et al.*, 2008).

Uma forma de contemplar as vocações regionais do norte de Minas Gerais é por meio da associação da pecuária, agricultura e floresta, o que tem se mostrado possível e ambientalmente favorável, conservando o meio

ambiente, com o uso de componentes de multipropósito (ALONSO *et al.* 2007; MURGUEITIO, 2003).

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) interliga o conhecimento científico à ecofisiologia das espécies vegetais e sua interação com a fauna e flora. A integração de espécies arbóreas e pasto tem potencial para ser adotada em escala comercial, para reduzir os custos da implantação florestal (DUBÈ *et al.*, 2002). A prática de cultivos múltiplos, como a ILPF, se encaixa dentro de uma das classificações proposta por Daniel *et al.* (1999a), que classifica os sistemas agroflorestais em três tipos: sistemas agrossilviculturais (cultivos agrícolas e árvores, incluindo arbustos e/ou trepadeiras), silvipastoris (pastagens e/ou animais e árvores) e agrossilvipastoris ou integração lavoura-pecuária-floresta, como vem recentemente utilizada (cultivos agrícolas, pastagens e/ou animais e árvores).

O sucesso do funcionamento da ILPF está sujeito ao conhecimento das interações entre os seus componentes, e entre esses e o meio ambiente, permitindo a geração de estratégias de gestão apropriadas, como a ecologia do sistema e, conseqüentemente, melhorias em uma ou mais características, como na produtividade e a sua manutenção no tempo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistemas agroflorestais (SAF's)

A consorciação de culturas tem como objetivo aumentar a eficiência de uso da terra, diversificando-se as produções e utilizando-se, mais eficientemente, os recursos naturais: solo, água, temperatura e radiação. Segundo Lal (1991) e Spain (1990), quando se combinam espécies anuais e perenes, ocorre um efeito sinérgico na produtividade e nas condições do solo, refletindo na utilização mais eficiente dos nutrientes disponíveis, no melhoramento das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Com isso, há uma redução dos riscos econômicos que derivam da exploração isolada das espécies.

As técnicas agroflorestais recuperam os antigos costumes de povos tradicionais de várias partes do mundo, ligando o conhecimento científico à ecofisiologia das espécies vegetais, e sua interação com a fauna e flora nativa. Tais conhecimentos vêm sendo utilizados há muito tempo em menor ou maior intensidade, dependendo da região. Séculos atrás, os índios e os camponeses desenvolveram, empiricamente, técnicas de cultivos consorciados com árvores e, somente nos últimos 50 anos, tais sistemas começaram a ser estudados de uma forma científica.

Os sistemas agroflorestais (SAF's) são propostos como uma opção sustentável da pecuária no mundo (MAHECHA *et al*, 1999). Contudo o sucesso de seu funcionamento está sujeito ao conhecimento das interações entre os seus componentes, e entre esses e o meio ambiente. Tais informações permitem a definição de estratégias de gestão apropriadas à ecologia do sistema e, conseqüentemente, melhorias em uma ou mais características, como na produtividade e na sustentabilidade.

O cultivo da terra pelos SAF's pode fornecer bens, serviços e diversificação de produtos na propriedade, tais como: cerca viva, sombra para culturas agrícolas e animais, quebra-ventos, produção de adubos orgânicos, madeira para os diversos usos, energia, forragem, produtos medicinais e alimentos, dentre outros. Além disso, pode ser uma ferramenta para auxiliar na reversão do processo de degradação ambiental existente (MACDICKEN; VERGARA, 1990).

Assim, como em qualquer sistema de plantio, os SAF's possuem vantagens e desvantagens. As vantagens podem ser divididas em biológicas, físicas e ambientais, econômicas e sociais (VALERI *et al.*, 2003). As biológicas, físicas e ambientais são representadas pela melhoria da estrutura física e química do solo, melhora da biota do solo, controle da erosão e aumento da produtividade, dentre várias outras (CASTRO; GARCIA.,1996; DANIEL *et al.*,1999b; FERNANDES *et al.*, 1994; MACEDO, 2000; MEDRADO, 2000). As vantagens econômicas e sociais são aquelas que afetam diretamente a vida do agricultor, como aumento da sua renda, melhoria na sua alimentação, maior variedade de produtos e serviços,

emprego fixo durante o ano, sustentabilidade desse agricultor e de sua família no campo.

Como desvantagens, pode-se citar: o aumento na competição entre os componentes vegetais; danos mecânicos durante a colheita ou tratos culturais sobre alguns componentes; dificuldade de mecanização na área quando o componente arbóreo não possui distribuição organizada e planejada; danos promovidos pelo componente animal, devido ao pisoteio; compactação do solo e quebras no componente arbóreo (CASTRO; GARCIA, 1996; DANIEL *et al.*, 1999b; FERNANDES *et al.*, 1994; MACEDO, 2000; MEDRADO, 2000; SANTOS, 2009).

2.1.1 Classificação e componentes dos SAF's

Os sistemas agroflorestais (SAF's) podem ser divididos em: sistemas agrossilviculturais (cultivos agrícolas + árvores, incluindo arbustos e/ou trepadeiras), silvipastoris (pastagens e/ou animais + árvores) e agrossilvipastoris (cultivos agrícolas + pastagens e/ou animais + árvores), de acordo com a terminologia proposta por Daniel *et al.* (1999a).

2.1.1.1 Componente agrícola

As espécies agrícolas mais utilizadas para a implantação desses sistemas são: milho, sorgo, café, milheto, feijão, soja, arroz e girassol. No Brasil, há experiências de sucesso com várias culturas sombreadas, entretanto são necessários esforços direcionados para algumas regiões e culturas de interesse. Adicionalmente, as tecnologias geradas devem ser testadas em áreas de cultivo, e não somente em áreas experimentais.

Dentre as espécies agronômicas, o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem sido muito utilizado, por ser uma cultura de fácil consorciação, boa produtividade e adaptada às condições de déficit hídrico, sendo muito utilizada para a suplementação da alimentação de animais na seca, na forma de silagem. Segundo Zago (1991), o Brasil apresenta um grande potencial de adaptação e crescimento da cultura de sorgo.

O uso da cultura de sorgo para silagem no Brasil surgiu a partir da introdução de variedades de porte alto, com alta produtividade de massa verde. Preocupava-se, naquele momento, apenas com a redução do custo da tonelada de matéria verde de silagem produzida, sem considerar a qualidade desse material. Entretanto, com o passar do tempo, os produtores passaram a exigir um material com maior produção de nutrientes por unidade de área (SOUZA *et al.*, 2003).

O sorgo produz massa verde superior ao milho a um custo de implantação menor. Geralmente, o valor nutritivo da silagem de sorgo é, em média, equivalente a 85% a 90% à da silagem de milho, podendo variar para menos ou para mais (VALENTE, 1992). Alguns cultivares de sorgo, destinados à produção de silagem, têm apresentado maiores produções de massa seca que o milho, principalmente em condições inferiores de fertilidade e de estresse hídrico. Outra característica peculiar do sorgo é sua capacidade de rebrotação após a colheita, o que possibilita produzir até cerca de 60% da produção de massa seca do primeiro corte (ZAGO; POZAR, 1991).

O sorgo é a única espécie potencial a ser utilizada no processo de ensilagem, devido às suas características fenotípicas, que determinam facilidade de plantio, manejo, colheita e armazenamento. No entanto a produção de silagem de alta qualidade depende, entre outros fatores, primordialmente do rendimento de matéria seca por unidade de área, associado a boas características nutritivas da planta.

2.1.1.2 Componente forrageiro

As forrageiras, em consorciação com espécies agrícolas reduzem a compactação do solo, em função do seu sistema radicular, retornando as características físicas, que são normalmente modificadas pelo pisoteio dos animais e trânsito de máquinas agrícolas, além de diminuir a erosão e degradação dos pastos (AGNES *et al.*, 2004).

Segundo Silva e Mielniczuk (1997), os efeitos benéficos das gramíneas perenes na formação e na estabilização dos agregados do solo

são atribuídos à alta densidade de raízes, que promove a aproximação das partículas pela constante absorção de água do perfil do solo, as periódicas renovações do sistema radicular e a uniformidade de distribuição dos exsudados no solo, que estimulam a atividade microbiana, cujos subprodutos atuam na formação e na estabilização dos agregados.

Em conformidade com Ayarza *et al.* (1999), o ciclo de pastagens melhora a agregação do solo e eleva o teor de matéria orgânica, tendo como consequência um melhor enraizamento, aumentando a reciclagem de nutrientes e a produção de matéria seca. As pastagens podem também proporcionar enriquecimento de alguns nutrientes, como o C, o N e o P (LILIENTEIN *et al.*, 1998).

Na realidade, os consórcios de culturas anuais com pastagens vêm sendo realizados desde a década de 1930, com o estabelecimento do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.), colômbio (*Panicum maximum* Jacq.), jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Nees.), nas entrelinhas das culturas de milho, arroz e feijão (ROCHA, 1988). A partir da década de 1970, o consórcio de *Brachiaria decumbens* Stapf. passou a ser rotina nos cerrados, principalmente com o arroz de terras altas e outros consórcios envolvendo as culturas do milho, sorgo, girassol, soja e milho (OLIVEIRA *et al.*, 1996).

Entre as forrageiras tropicais, os gêneros *Brachiaria* e *Panicum* merecem destaque, por sua rusticidade, boa produção de massa seca e grande utilização pelos pecuaristas (SANTOS *et al.*, 2009).

A *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf. é originária da África Tropical e da África do Sul. A cultivar Marandu foi estudada, inicialmente, pelo Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte (CNPGC-EMBRAPA-MS) e, posteriormente, pelo Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CNPAC-EMBRAPA-DF). Desenvolve-se na maioria dos solos, inclusive ácidos (WENZL *et al.*, 2002), apresentando de média a alta exigência em fertilidade, possui grande produção de massa seca e crescimento bem distribuído durante a maior parte do ano.

A *Brachiaria decumbens* Stapf. é originária da África, mas registrada na Austrália, como cv. Basilisk foi introduzida no Brasil pelo Instituto de Pesquisas Internacionais (IRI) em Matão-SP, no início da década de 1960.

De 1968 a 1972, houve uma intensa importação de sementes da Austrália dessa cultivar, estimulada por programas governamentais de incentivo à formação de pastagens. A cultivar tem uma boa adaptação a solos ácidos e pobres, fácil multiplicação por sementes, com certa vantagem competitiva com invasoras e um bom desempenho animal, em comparação às pastagens nativas (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010).

As gramíneas do gênero *Brachiaria* são largamente utilizadas em pastagens na América Tropical e, conforme Carvalho *et al.* (1997), podem ser utilizadas em condições de sombreamento natural. A cultivar Marandu tem sido muito estudada em sistemas silvipastoris, por ser tolerante ao sombreamento e devido à sua capacidade competitiva favorável ao seu cultivo (COBUCCI *et al.*, 2007).

As forrageiras do gênero *Panicum* vieram como alternativa para as pastagens do cerrado, com surgimento de novas cultivares originadas da África e que se adaptaram às condições edafoclimáticas brasileiras. O alto potencial produtivo de capins desse gênero tem sido largamente documentado na literatura, por sua elevada capacidade de produção de forragem por unidade de área, alta taxa de crescimento, boa qualidade e capacidade de suportar períodos de seca (ROSANOVA, 2008). Diversas cultivares de *P. maximum* Jacq. têm sido avaliadas sob sombreamento, apresentando bom desempenho produtivo (ANDRADE *et al.*, 2001; CARVALHO *et al.*, 1997; CASTRO *et al.*, 1999)

Porém, para que se tenha produtividade e persistência das forrageiras nos sistemas integrados, as plantas devem apresentar adaptação ao sombreamento proporcionado pelas árvores, o que pode interferir no crescimento da parte aérea e especialmente das raízes, havendo decréscimo de ambas quando os níveis de radiação de intensidade luminosa são aumentados, com reflexos negativos da capacidade fotossintética, nodulação e absorção de nutrientes (ERIKSEN; WHITNEY, 1981; JONG *et al.*, 1982).

Carvalho *et al.* (1997), ao trabalharem com seis gramíneas tropicais cultivadas em sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.), verificaram que a produção de proteína bruta da *B. brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf., cv. marandu foi 47% mais alta quando

sombreada. O sombreamento reduziu, significativamente, o teor de matéria seca da marandu, porém Carvalho *et al.* (1995), em ensaio com cinco gramíneas forrageiras tropicais sob a copa de angico-vermelho, relataram a diminuição da matéria seca, ligada a maiores proporções de folhas verdes dessas forragens nas áreas sombreadas, o que representa uma vantagem do ponto de vista do pastejo, uma vez que as folhas geralmente têm melhor valor nutritivo que os colmos.

Afinal não é apenas a luz que pode limitar a produção forrageira nos SAF's, mas também a falta de nutrientes essenciais. Assim, acredita-se que grande parte da matéria orgânica incorporada ao solo é reciclada pelo sistema radicular, por meio de uma relação de degradação e redução de carbono orgânico (BRASIL *et al.*, 2004). Desse modo, a produtividade das pastagens após algum tempo, resulta em uma ciclagem lenta de grande parte da massa radicular, acumulando carbono no solo, mas imobilizando o nitrogênio mineral para as plantas (URQUIAGA *et al.*, 1998).

Estudos conduzidos por Andrade *et al.* (2001), em sistema agrossilvipastoril, constituído por *Eucalyptus urophylla* ST Blake e *P. maximum* cv. Tanzânia na região dos cerrados de Minas Gerais, concluíram que, além do sombreamento imposto pelo eucalipto, a baixa disponibilidade de nitrogênio no solo se constituiu como uma limitação nutricional ao crescimento da gramínea, como encontrado por Binkley e Giardina (1997), em florestas plantadas de *Eucalyptus* sp., em pastagens cultivadas não consorciadas com leguminosas (MYERS; ROBBINS, 1991) e em sistemas silvipastoris, compostos por espécies de *Eucalyptus* sp. e por gramíneas forrageiras (ANDRADE *et al.*, 2001).

Dessa forma, o uso de leguminosas forrageiras com aptidão de fixação de N atmosférico, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, melhora a qualidade da liteira da pastagem, podendo fornecer grandes quantidades de N ao sistema solo-planta-animal (CANTARUTTI *et al.*, 2002; GILLER; CADISCH, 1995). Isso é possível por meio da transferência do N fixado para a gramínea após a decomposição dos restos vegetais da leguminosa, o que possibilita maior capacidade de suporte da pastagem e capacidade produtiva (CANTARUTTI *et al.*, 2002).

O gênero *Stylosanthes* spp. é basicamente originário das regiões tropicais e subtropicais do continente americano, podendo ser encontrado também na América do Norte e algumas espécies, na África e Ásia (COSTA, 2006). A espécie *Stylosanthes capitata* Vog. é nativa da América do Sul e o *Stylosanthes macrocephala* M.B. Ferr. et Sousa Cost tem uma distribuição mais restrita, ocorrendo apenas em algumas regiões do Brasil (COSTA, 2006).

O cultivar campo grande foi desenvolvido pela Embrapa Gado de Corte e liberado em 2000. É uma mistura física de sementes com 80% de linhagem de *S. capitata* Vog. tolerante à antracnose e 20% de linhagem de *S. macrocephala* M.B. Ferr. et Sousa Cost. É adaptado a diferentes tipos de clima, com grande adaptação a solos arenosos e de baixa fertilidade (COSTA, 2006; FONSECA; MARTUSCELLO, 2010), resistente à seca, apresenta boa persistência sob pastejo, boa retenção de folhas durante a seca, constituindo-se em boa fonte de forragem (GARDENER, 1984).

2.1.1.3 Componente arbóreo

Dentre todos os atributos para a utilização de árvores em pastagens, destaca-se o provimento da sombra aos animais, assim como a produção de madeira, a disponibilidade estacional de frutas, além das diversas vantagens ambientais, como o sequestro de carbono (HARVEY *et al.*, 1999).

Além disso, com a presença das árvores, ocorrem várias modificações no ambiente, sobretudo no microclima. A radiação solar direta diminui; conseqüentemente, a temperatura do ar e do solo também caem, melhorando as condições de desenvolvimento para o sub bosque, para os animais e para os microorganismos do solo (GARCIA; COUTO, 1997).

Entretanto, para que essas vantagens não comprometam o crescimento dos outros componentes, o sistema em consórcio deve ser planejado. A distribuição espacial das árvores deve ser realizada de modo que se reduza a competição por luz, permitindo maior persistência e eficiência do sistema como um todo. Se as características dos componentes herbáceos e arbóreos favorecerem a redução na competição por luz, água e

nutrientes, várias vantagens potenciais podem ser obtidas (CARVALHO, 1997).

Há diversas espécies arbóreas e arbustivas com potencial para serem utilizadas na integração. A sua utilização depende de características. Dentre elas, destacam-se a adaptação edafoclimática, o mercado para os seus produtos e o potencial de consorciação com outras espécies. Contudo a escolha da espécie arbórea precisa de algumas recomendações técnicas e econômicas, baseadas principalmente no destino da produção florestal e dos benefícios e adaptação ao sistema adotado (SANTOS *et al.*, 2008).

O eucalipto apresenta rápido crescimento e boa adaptação às condições edafoclimáticas existentes no país, sendo sua madeira direcionada a diversos usos, como a produção de papel e celulose, carvão vegetal, madeira para serraria, óleos essenciais, postes e moirões, madeira para construção civil, para indústria de móveis, ornamentação; entre outros (DOUROJEAMI, 2004).

A cultura de eucalipto baseia-se na silvicultura clonal após a seleção de genótipos superiores, quanto à produção e à qualidade de madeira (ALFENAS *et al.*, 2004). Entre os clones, o híbrido de *Eucalyptus urophylla* ST Blake x *E. grandis* W. Hill ex Maid (híbrido urograndis) apresenta copa rala, permitindo boa passagem da luz. Alguns estudos comprovam os benefícios produtivos e ambientais em plantios de eucalipto consorciados com diferentes espécies de leguminosas fixadoras de N atmosférico quando comparados aos plantios exclusivos de eucalipto (BALLIEIRO *et al.*, 2004; BINKLEY *et al.*, 1992; FORRESTER *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2008).

A utilização de espécies arbóreas fixadoras de nitrogênio, como as leguminosas, promove melhorias no sistema, podendo ainda fornecer produtos comerciais, diretamente, como a madeira e indiretamente, como a carne e o leite, em se tratando de espécies pastejadas.

A *Acacia mangium* Willd. é uma espécie leguminosa, usada para lenha, madeira para construção civil e fabricação de móveis, para fornecimento de polpa para papel, além de sombra. Essa espécie arbórea é procedente da região que abrange Nova Guiné, Indonésia e Austrália, adaptada a solos ácidos e com teor de fósforo muito baixo (NRC, 1979;

1983). Apresenta grande potencial no aporte matéria orgânica e nitrogênio no solo, além de produzir serrapilheira de baixa relação C/N (DIAS *et al.*, 1994).

Essas propriedades influenciam, de forma positiva, a manutenção da atividade biológica e a ciclagem de nutrientes em solos degradados. Podem depositar no solo um bom aporte de matéria orgânica e nutrientes essenciais para o processo de revegetação (SOUZA; SILVA, 1996), adicionado à boa adaptação às condições do norte de Minas Gerais.

CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO DE SORGO PARA SILAGEM E FORMAÇÃO DE PASTO COM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

RESUMO

Os sistemas de integração-lavoura-pecuária-floresta (ILPF) vêm se destacando como uma alternativa à recuperação de pastagens degradadas. Assim, na presente pesquisa, avaliou-se a produtividade de sorgo para silagem cultivado com sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com semeadura direta, no norte de Minas Gerais. O experimento foi disposto em esquema fatorial triplo $3 \times 2 \times 2 + 4$, em blocos ao acaso, sendo três espécies gramíneas forrageiras perenes (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf. cv. Marandu; *B. decumbens* Stapf. cv. Basilisk e *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia), consorciadas com sorgo forrageiro (BRS 655), com e sem leguminosa herbácea estilosantes (*Stylosanthes capitata* Vog. x *S. macrocephala* M.B. Ferr. et Sousa Cost, cv. Campo Grande) e dois arranjos arbóreos de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid x *E. urophylla* ST Blake) e/ou eucalipto + acácia (*Acacia mangium* Willd.) + monocultivos de gramíneas, forrageiras e sorgo. As forrageiras e o sorgo foram semeados no segundo ciclo, 11 meses após a implantação das árvores. Foram feitas avaliações em cada unidade experimental de altura e estande de plantas aos 30 dias após semeadura (DAS). A produtividade de sorgo, das gramíneas forrageiras e das leguminosas foi estimada por meio da massa verde e seca. Nessa ocasião, foi determinado o número de plantas de sorgo, forrageiras, estilosantes e plantas daninhas/m², pela contagem de indivíduos de cada espécie na área de 0,5 m², pelo método do quadrado. Associado a isso, foram realizadas avaliações das alturas do sorgo aos dois, quatro e seis metros de distância da fileira central das árvores, para a determinação da influência do componente arbóreo. A produtividade do sorgo e das forrageiras não foi influenciada pelos fatores avaliados e por sua interação. Entretanto a altura das plantas de sorgo foi incrementada, à medida em que se distanciam das fileiras de cultivo das árvores, alcançando maiores valores no centro das entrelinhas. O número elevado de plantas de sorgo influencia a produtividade das espécies forrageiras perenes, prejudicando a formação inicial dos pastos, porém reduzindo a população de plantas daninhas e não afetou a produção de silagem.

Palavras-chave: *Acacia mangium*. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Competição. *Eucalyptus*. *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Sombreamento.

CHAPTER 2 - SORGHUM PRODUCTION TO SILAGE AND TRAINING OF PASTURE WITH INTEGRATION CROP-LIVESTOCK-FOREST

ABSTRACT

Systems of integration crop-livestock-forest (ICLF) come standing out as an alternative to the recovery of degraded pastures. Thus, in the present study assessed the productivity of sorghum to silage cultivated with system of integration crop-livestock-forest with no-tillage in northern Minas Gerais. The experiment was arranged in a triple factorial scheme $3 \times 2 \times 2 + 4$, in randomized blocks, being three perennial forage grass (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf. cv. Marandu, *B. decumbens* Stapf. cv. Basilisk and *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzania), intercropped with forage sorghum (BRS 655), with and without *Stylosanthes* herbaceous legume (*Stylosanthes capitata* Vog. x *S. macrocephala* MB Ferr. Cost Sousa et cv. Campo Grande) and two arrangements of eucalyptus trees (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid x *E. urophylla*) and / or eucalyptus + acacia (*Acacia mangium* Willd.) + monocultures of grasses, forage and sorghum. The forage and the sorghum were sown in the second cycle, 11 months after implantation of the trees. Evaluations were made on each experimental unit in height and plant stand at 30 days after sowing (DAS). The productivity of sorghum, of forage grasses and of legumes was estimated by means of the green and dry mass. On this occasion, we determined the number of plants of sorghum, forage, *Stylosanthes* and weed/m², by counting of individuals of each species in the area of 0.5 m², the square method. Associated with this, assessments were made of the heights of sorghum at two, four and six meters away from the central ranks of trees, to determine the influence of the tree component. The productivity of sorghum and of the forage was not influenced by the factors evaluated and their interaction. However, the sorghum plant height was increased, in the measure in that they distance themselves from the ranks of cultivation of the trees, reaching highest values at the center of the inter-row. The large number of sorghum plants influence the productivity of perennial forage species, damaging the initial training of pastures, but reducing the population of weeds and did not affect the production of silage.

Keywords: *Acacia mangium*. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Competition. *Eucalyptus*. *Panicum maximum* cv. Tanzania. Shading.

1 INTRODUÇÃO

A consorciação de espécies nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), juntamente com a adoção do plantio direto, surge como opção viável na recuperação e na renovação de áreas degradadas (SANTOS, 2009), com grande potencial para otimizar a utilização das áreas, aumentar a produtividade agrícola e reduzir os riscos de degradação (CARVALHO; BOTREL, 2002; LEAL, 1999).

Nos sistemas integrados, deve ser bem conhecida a adaptação de espécies forrageiras e de culturas agrônômicas ao cultivo em consórcio com árvores, especialmente em virtude das condições microclimáticas e da competição entre os componentes vegetais pelos recursos naturais disponíveis. Alguns trabalhos evidenciam o estímulo ao crescimento da parte aérea sob sombra (MOTA, 2009; SOARES *et al.*, 2009). Já em outros há relatos de redução na produção de massa seca de forragem pelo efeito da limitação da radiação solar incidente (CASTRO; GARCIA, 1996; SOARES *et al.*, 2009).

Na ILPF, é indispensável entender as interações dos componentes agrícolas, forrageiro e arbóreo do sistema. A adaptação das espécies forrageiras em um consórcio com árvores depende, principalmente, de sua habilidade em crescer nos ambientes alterados pela presença de espécie arbórea no estrato vegetal superior. Assim, a escolha da espécie adaptada às condições impostas pelo componente arbóreo possibilita a produção de volumoso em quantidade e em qualidade e, sobretudo, a sua permanência no sistema.

No norte de Minas Gerais, a estacionalidade na produção de forragem é acentuada, havendo a necessidade da adoção de práticas de armazenamento para o período da seca. Dentre as técnicas de conservação de forragem, destaca-se a produção de silagem de sorgo, planta adaptada à região, de alto rendimento e de boa qualidade nutricional (OLIVEIRA, 2008). Adicionalmente, há a possibilidade de produção florestal, o que leva ao questionamento sobre o porquê de não integrar essas atividades.

Objetivou-se, nesta pesquisa, avaliar o desenvolvimento e a produtividade de sorgo para silagem, gramíneas forrageiras perenes e estilosantes em sistema de ILPF, estabelecido com semeadura direta, no norte de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta estabelecido há 11 meses, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, localizado no município de Montes Claros, nas coordenadas 16°40'3.17", de latitude sul, 43°50'40.97", de longitude oeste, a 598 metros de altitude.

Segundo a classificação de Köppen, o clima é o Aw - Tropical de Savana, caracterizado por temperaturas anuais elevadas e regime de chuvas marcado por duas estações bem definidas, com verão chuvoso e inverno seco. Os dados referentes à precipitação, à insolação, à evaporação e à temperatura observados durante a realização do experimento foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Montes Claros, localizada a 2,09 km da área experimental (GRÁF. 1).

O experimento foi disposto em esquema fatorial triplo 3 x 2 x 2 + 4, em blocos ao acaso, sendo três espécies gramíneas forrageiras perenes [capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf cv. Marandu); capim-braquiariinha (*B. decumbens* Stapf. cv. Basilisk) e capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia)] consorciadas com sorgo forrageiro (BRS 655), com e sem leguminosa herbácea estilosantes (*Stylosanthes capitata* Vog. x *S. macrocephala* M.B. Ferr. et Sousa Cost cv. Campo Grande) e dois arranjos arbóreos de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid x *E. urophylla* ST Blake) e/ou eucalipto + acácia (*Acacia mangium* Willd.), além de quatro tratamentos adicionais, correspondentes aos monocultivos de gramíneas forrageiras perenes e sorgo.

As unidades experimentais possuíam dimensões de 20 m de largura por 10 m de comprimento, perfazendo a área de 200 m², constituída de três fileiras de eucalipto e/ou acácia + eucalipto, orientadas no sentido leste-

oeste, espaçadas a cada 10 m, intercaladas com sorgo, espécies de gramíneas forrageiras e/ou leguminosa herbácea. Na implantação do ensaio, as árvores apresentavam 11 meses de idade, com alturas médias de 3,83 m e 2,47 m para eucalipto e acácia, respectivamente.

Antes da semeadura, foi efetuada uma dessecação química, devido à incidência de vegetação do ano agrícola anterior, composta de rebrote do sorgo e gramíneas forrageiras. Na dessecação prévia, foram utilizados 1.800 g ha⁻¹ do herbicida glyphosate, aplicado com pulverizador costal, equipado com lança simples e ponta TTI11002, pressão de trabalho de 300 kPa e volume de calda de 180 L ha⁻¹.

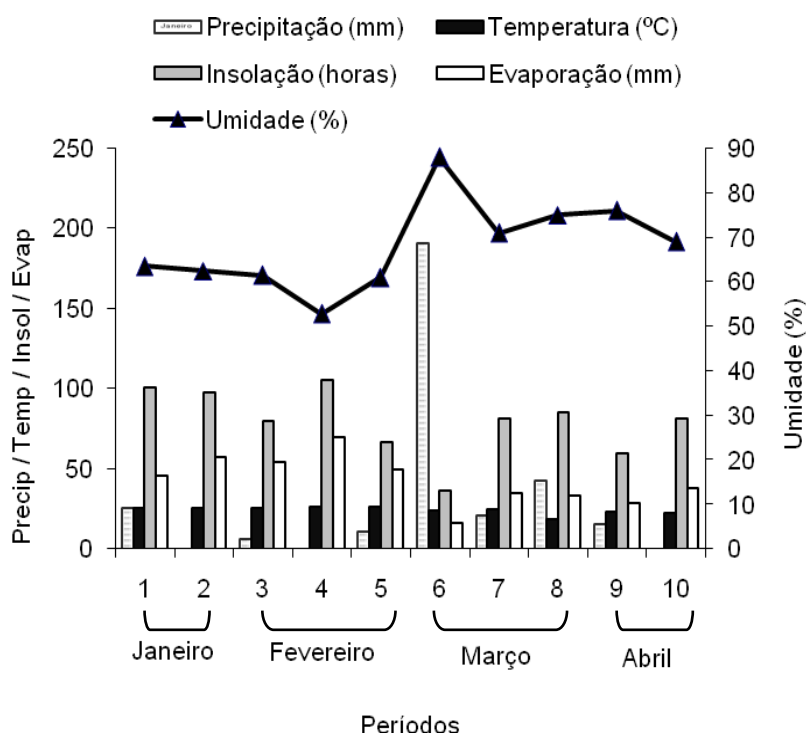


GRÁFICO 1 - Médias por períodos do mês (período de 10 dias) de precipitação (mm), de insolação (hs), de umidade (%) e de temperatura (°C), durante a realização do ensaio

A semeadura do sorgo foi realizada em sistema de plantio direto, no dia 13 de janeiro de 2010, onde foram distribuídas 15 sementes por metro linear, com espaçamento de 0,5 m entre linhas, com 1,0 m de distância das fileiras de árvores. A adubação utilizada na semeadura foi de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 (N-P-K). Imediatamente antes da semeadura do sorgo, foram semeadas as gramíneas forrageiras e a leguminosa herbácea a lanço. Para todos os tratamentos, foi utilizada uma taxa de semeadura de 8 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis para as espécies de gramíneas forrageiras e estilosantes, taxa essa superior ao recomendado, devido ao fato do semeio ser a lanço e sobre a palhada. Após 30 dias, realizou-se a adubação em cobertura do sorgo, com 80 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se o sulfato de amônio, o qual foi distribuído manualmente ao longo das linhas de cultivo.

Após a semeadura das espécies, quando da ausência de chuvas, por período superior a sete dias, houve irrigação suplementar por aspersão convencional, com aspersor tipo canhão, na quantidade de 4,5 mm/dia, três vezes por semana.

Foram realizadas avaliações de altura e estande de plantas aos 30 dias após semeadura (DAS), em cada unidade experimental. A produtividade de sorgo, das gramíneas forrageiras perenes e da leguminosa foi estimada por meio da massa verde e seca, quando o sorgo se apresentou no ponto de ensilagem, com grãos pastoso-farináceo, aos 100 DAS, em área de 0,5 m² na parte central de cada parcela. Nessa ocasião, foi determinado o número de plantas de sorgo, de gramíneas forrageiras, de estilosantes e de plantas daninhas/ m², pela contagem de indivíduos de cada espécie em área de 0,5 m². Associado a isso, foram realizadas avaliações das alturas do sorgo aos dois, quatro e seis metros de distância da fileira central das árvores, para a determinação da influência do componente arbóreo. A massa seca do sorgo, das gramíneas forrageiras perenes e da leguminosa foi determinada a partir da coleta do material verde e pré-seco, em sacos de papel na estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até peso constante.

Com os dados de produtividade expresso em massa seca da parte aérea do sorgo e das gramíneas forrageiras, foi estimado o índice de equivalência da área: IEA Total = (CS/MS) + (CF/MF) = IS + IF, em que CS e

CF são os rendimentos das culturas envolvidas em consórcio do sorgo e das gramíneas forrageiras, respectivamente. MS e MF são os rendimentos em monocultivos do sorgo e das gramíneas forrageiras, respectivamente e I, os índices individuais dessas culturas, conforme Willey (1979).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando pertinente, ao teste Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa de análises estatísticas SAEG 9.1. Os resultados de altura do sorgo a diferentes distâncias das fileiras de árvores foram analisados, estabelecendo-se o intervalo de confiança pelo teste t a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de plantas de sorgo aos 30 dias após a semeadura (DAS) 216.000 plantas/ha e aos 100 DAS de 371.200 plantas/ha ($P \geq 0,05$) (TAB: 1), bem como o de forrageiras perenes e estilosantes não foi influenciado pelos fatores árvores, forrageiras perenes e leguminosa.

TABELA 1
Número de plantas de sorgo, forrageiras perenes, estilosas e plantas daninhas, 30 e 100 dias após a semeadura, na integração lavoura-pecuária-floresta

Integração lavoura-pecuária-floresta	Número de plantas/m ²						CV (%)
	Associação de árvores ^{ns}						
	Acácia + eucalipto		Eucalipto		Médias		
	30	100	30	100	30	100	
Sorgo	22,3	37,6	21,3	36,4	21,8	37	33,3
<i>Stylosanthes</i> spp.	71,3	8,6	72,3	6,1	71,8	7,4	49,4
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	18,7	5,2	20,3	9,2	19,5	7,2	35,8
<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich) Stapf	11,6	5,8	9,4	6,0	10,5	5,9	37,8
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	28,0	11,2	26,8	13,6	27,4	12,4	36,5
Plantas daninhas	57,7	11	57,2	10,8	57,5	10,9	38,7
	30		100				
Sorgo monocultivo	25		30		11,8		
<i>B. decumbens</i> Stapf. Monocultivo	21		25		15,3		
<i>B. brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich) Stapf. Monocultivo	7		10,7		12,5		
<i>P. maximum</i> Jacq. Monocultivo	20		18,7		13,6		

Nota: ^{ns} Não significativo a 5% pelo teste F.

O número de plantas daninhas/m² e de forrageiras/m² foi menor aos 100 DAS, quando comparado com a avaliada aos 30 DAS (TAB.1). O número de plantas das espécies forrageiras avaliado aos 30 DAS é considerado suficiente para uma boa formação, já os valores baixos observados aos 100 DAS comprometem o estabelecimento dos pastos. A elevada densidade de plantio e o espaçamento de 0,5 m entre linhas utilizado na semeadura do

sorgo, aliado ao bom desenvolvimento das plantas dessa espécie podem ser os responsáveis pela supressão da matocompetição, sem a necessidade de controle químico.

O uso de herbicidas ou as capinas mecânicas são práticas comuns e necessárias em populações menores de sorgo, devido à menor competitividade por luz imposta às plantas daninhas, na fase inicial da cultura (VIDAL; TREZZI, 2004). Em menores espaçamentos entre plantas, ou quando da maior densidade dessas, ocorre maior produtividade de massa seca de sorgo (SARIKHANI; RAZMJOO, 2007) e fechamento mais rápido da cultura, o que contribui para o manejo cultural de plantas daninhas. Entretanto menores densidades de semeadura podem propiciar maior eficiência na absorção de nutrientes pela cultura do sorgo, em consequência da menor competição intraespecífica nas linhas de plantio (PHOLSEN; SUKSRI, 2007), fato relevante em ambientes com limitação de água, nutrientes e luz.

A altura das plantas de sorgo nas linhas próximas às árvores foi menor ($P \leq 0,05$) quando comparada com as linhas centrais da parcela (GRÁF. 2). A redução na altura do sorgo ocorreu, à medida em que se aproximavam das árvores, resultando em menor altura das plantas de sorgo nas proximidades do eucalipto ou de eucalipto + acácia. A associação ou não de árvores não influenciou na altura do sorgo (GRÁF. 3). O mesmo foi observado por Macedo *et al.* (2006), que encontraram valores superiores na altura média das plantas de milho consorciadas com clones de eucalipto situadas a 4,5-5,4 m de distância das linhas de eucalipto daquelas localizadas a 1,8-2,7 m, possivelmente, por causa da maior luminosidade incidente no meio das ruas de plantio dos clones de eucalipto, orientadas na direção leste-oeste.

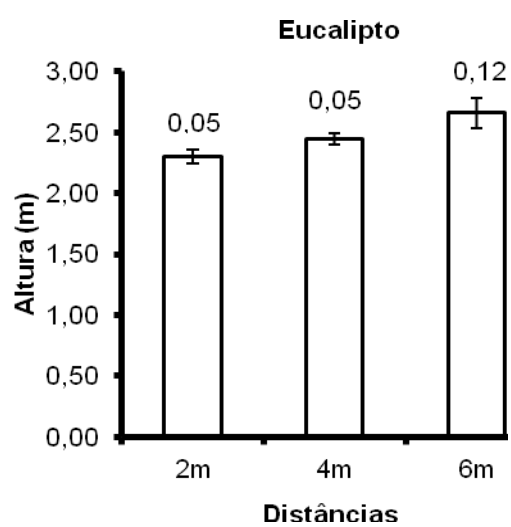
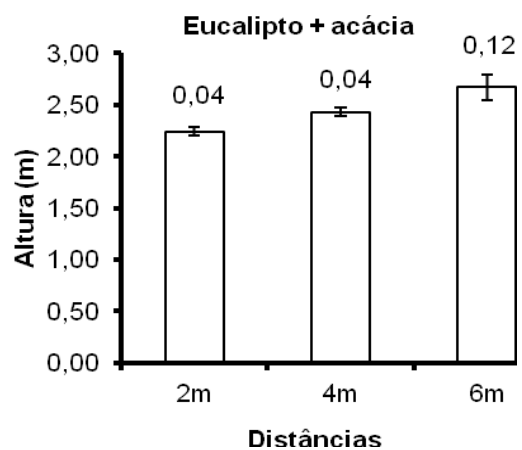


GRÁFICO 2 - Altura do sorgo (m) a distâncias de 2, 4 e 6 m das fileiras de árvores em sistemas ILPF, com e sem associação de acácia ao eucalipto.

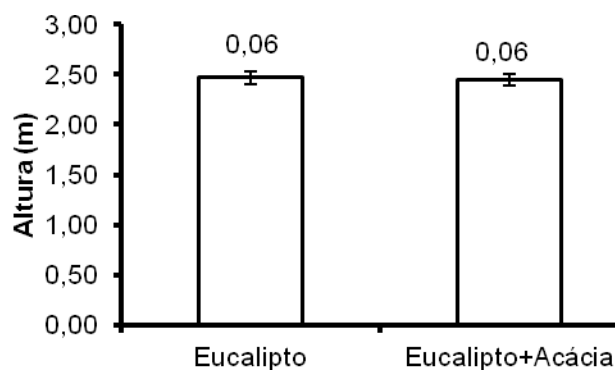


GRÁFICO 3 - Altura do sorgo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com eucalipto ou eucalipto+acácia, em plantios intercalados nas linhas de cultivo das árvores.

A produtividade da cultura do sorgo para silagem é uma característica estritamente associada à altura das plantas. Essa, por sua vez, apresenta relação com as proporções de folhas, colmos e panículas. Híbridos de sorgo de elevado porte proporcionam maiores produções de massa seca (PORTUGAL *et al.*, 2003). Com o sombreamento, a taxa fotossintética sofre interferência da quantidade de luz fotossinteticamente ativa incidente, resultando na redução da produção de fotoassimilados e no acúmulo de carbono, porém o efeito final na produção da cultura pode ser pequeno (MAGALHÃES *et al.*, 2009).

A altura do capim-braquiariinha, capim-marandu e capim-tanzânia não foi influenciada pelo cultivo em associação com árvores na ILPF ($P > 0,05$), assim como a altura das plantas de estilosantes. Porém o seu crescimento e a sua permanência na área foram prejudicados pelo consórcio com sorgo (TAB. 2).

TABELA 2
 Altura de sorgo, forrageiras, estilosantes e plantas daninhas e altura de plantas de sorgo, forrageiras e estilosantes, na integração lavoura-pecuária-floresta, 100 dias após a semeadura

Altura de plantas (cm)		
Espécies		Médias
	Estilosantes	9,30
ILPF	Capim-braquiariinha	37,50
	Capim-marandu	41,50
	Capim-tanzânia	42,50
Monocultivo	Capim-braquiariinha monocultivo	54,00
	Capim-marandu monocultivo	52,00
	Capim-tanzânia monocultivo	61,00
	CV (%)	35,00

Nota: ^{ns} Não significativo a 5% pelo teste F.

Algumas espécies apresentam considerável tolerância durante o desenvolvimento, especialmente à sombra, embora haja limitações genéticas à extensão dessa adaptação (CASTRO; GARCIA, 1996). No ensaio de Andrade *et al.* (2003), com parcelas de braquiárias, em um sub-bosque de *Eucalyptus* sp., a participação do estilosante foi menor nas parcelas de *Hyparrhenia rufa* Nees. e de *Melinis minutiflora* Beauv. , o que pode estar associado à rápida cobertura do solo pelas braquiárias.

Esses dados podem ser confirmados pelo índice de equivalência de área (IEA), que estabelece a quantidade de área física de um monocultivo para que esse obtenha a mesma produtividade do consórcio (MONTEZANO; PIEL, 2006). Portanto, pode-se inferir que o consórcio de sorgo obteve uma eficiência respectivamente de 30 e 23%, para eucalipto e eucalipto+acácia e

33 e 42%, para eucalipto e eucalipto+acácia, superior à produtividade do monocultivo dessa cultura (TAB. 3), quando consorciados com o capim-marandu e o capim-tanzânia, respectivamente. Já para o capim-braquiariinha, o consórcio na entrelinha de Acácia não foi eficiente em comparação com o consórcio na entrelinha de eucalipto + acácia.

TABELA 3
Índices de equivalência de área (IEA) dos consórcios de sorgo com três gramíneas forrageiras

Consórcios*	IEA		
	Sorgo	Forrageiras	Total
Sorgo + capim-braquiariinha + eucalipto	1,06	0,35	1,41
Sorgo + capim-braquiariinha + eucalipto + acácia	0,93	0,17	1,10
Sorgo + capim-marandu+ eucalipto	1,30	0,24	1,54
Sorgo + capim-marandu + eucalipto + acácia	1,23	0,35	1,58
Sorgo + capim-tanzânia + eucalipto	1,33	0,70	2,03
Sorgo + capim-tanzânia + eucalipto + acácia	1,42	0,60	2,02
Monocultivo	1,00	1,00	2,00

Nota: *considerou-se, para o cálculo do IEA, a produtividade em massa seca do sorgo e das gramíneas forrageiras.

A produtividade do sorgo não foi influenciada ($P>0,05$) pelo consórcio com as árvores, forrageiras e o estilosantes, bem como pela interação desses fatores, atingindo a média de $35.050 \text{ kg ha}^{-1}$ de massa seca (TAB. 4). Porém, com o capim-braquiariinha, a produtividade do sorgo foi satisfatória apenas para um consórcio, com eucalipto, porém o consórcio com acácia+eucalipto apresenta IEA próximo de 1,00. Assim, pode-se verificar que o IEA total foi superior para todos os consórcios (TAB. 3), viabilizando o sistema. Um consórcio se torna eficiente em relação à produção de

biomassa, quando o IEA for superior a 1,00 e prejudicial, quando inferior a esse valor (MONTEZANO; PIEL, 2006).

A massa seca do capim-braquiariinha, capim-marandu e capim-tanzânia foi maior ($P \leq 0,05$) em monocultivo, quando comparada ao consórcio com o sorgo. Entretanto o arranjo de árvores não interferiu ($P > 0,05$) na sua produtividade (TAB: 4). Dados são confirmados por meio do IEA, que os monocultivos foram mais eficientes que no consórcio, pois nenhum índice ultrapassou o valor de 1,00. No ano anterior na mesma área, Mota *et al.* (2010) obtiveram média na produtividade de $1.894,33 \text{ kg ha}^{-1}$ de massa seca, com as forrageiras *B. brizantha* cv. Xaraés, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e capim-tanzânia, porém com estande final médio de 57,79 plantas forrageiras/m².

Gramíneas tropicais são sensíveis à competição por luz, pois possuem taxa fotossintética elevada, sendo essa superior, à medida em que a radiação aumenta (LUDLOW; WILSON, 1971). Com a redução da luz incidente, é esperada uma queda na taxa fotossintética. Entretanto Martuscello *et al.* (2009) verificaram que, em forrageiras do gênero *Brachiaria* cultivadas em diversos níveis de sombreamento e independentemente das variedades estudadas, o incremento na sombra do ambiente aumenta diretamente o número de perfilhos por planta, a produção de massa seca do sistema radicular, a área foliar e a intensidade do verde das folhas.

TABELA 4

Massa seca de sorgo, de *estilosantes* e de forrageiras em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, com eucalipto ou eucalipto+acácia, 100 dias após a semeadura

		Massa seca (kg ha ⁻¹)
ILPF	Sorgo	35.050
	Estilosantes	210
	Capim-braquiariinha	415
	Capim-marandu	380
	Capim-tanzânia	755
Monocultivo	Sorgo	28.890
	Capim-braquiariinha	1.594
	Capim-marandu	1.286
	Capim-tanzânia	1.173

Carvalho *et al.* (2002), ao testarem vários níveis de sombreamento em diversas gramíneas tropicais, encontraram maior produtividade em massa pré-seca a pleno sol do que à sombra, o mesmo observado na presente pesquisa. Isso pode estar relacionado ao microclima formado no pasto, favorecendo o aumento da umidade e o aproveitamento máximo da luz disponível.

O estabelecimento de pasto pode ser comprometido por culturas de grãos, visto que ocorre sombreamento das forrageiras e competição pelos demais recursos (PORTES *et al.*, 2000). Adicionalmente, não pode deixar de ser considerado o provável efeito alelopático do sorgo, que causa a inibição da germinação e do crescimento em plantas (EINHELLIG; RASMUSSEN, 1989; PEIXOTO; SOUZA, 2002).

Outro fator importante é o tipo de semeadura utilizado, pois aos 11 meses de idade, o sistema após cultivo inicial de sorgo e forrageiras nas entrelinhas das árvores, o crescimento vegetativo da rebrota do sorgo e do

pasto estabelecido era alto, formando uma palhada densa, logo a semeadura a lanço foi insuficiente para a formação dos pastos. Esse fato foi observado por Mota *et al.* (2010), em cultivo com semeadura a lanço de *A. gayanus* cv. Planaltina. Outros autores encontraram uma maior massa na semeadura simultânea ao milho com duas linhas, por meio da semeadora adubadora e relataram que a semeadura a lanço não favorece a incorporação e, conseqüentemente, reduz o estande das forrageiras em geral (FREITAS *et al.*, 2005; JAKELAITIS *et al.*, 2005). A incorporação beneficia a germinação e a sobrevivência de plantas, devido à proteção das sementes, à eficiência no aproveitamento da umidade e à facilidade de fixação das plântulas ao solo (ABREU, 1993; CRUZ FILHO, 1988; SILVA *et al.*, 2004).

Talvez não mais importante que o tipo de semeadura, o manejo das espécies arbóreas também pode ter sido um fator agravante do processo de sombreamento. Varella *et al.* (2009) sugerem que, caso o sombreamento se torne excessivo ao longo dos anos, poderá ser melhorada a incidência de radiação na pastagem com desbastes ou desrama.

A produtividade do estilosantes não foi influenciada entre os tratamentos com as forrageiras estudadas e os arranjos arbóreos ($P > 0,05$) (TAB: 4). O número de plantas inicialmente (aos 30 dias) foi satisfatório de 66,8 plantas/m² e, na colheita (aos 100 dias), era apenas de 12,3 plantas/m² (TAB. 1), indicando a baixa adaptação da espécie às condições do consórcio implementado.

Em sistema silvipastoril com capim-braquiariinha e capim-marandu, no primeiro ano de avaliação, Andrade *et al.* (2003) obtiveram baixo desempenho do estilosantes, fato esse que pode estar relacionado à média tolerância dessa forrageira ao sombreamento (SHELTON *et al.*, 1987). Na presente pesquisa, o número elevado de plantas de sorgo e o seu crescimento vigoroso prejudicaram o estabelecimento e a produtividade das gramíneas forrageiras testadas e do estilosantes, prejudicando a formação dos pastos. Porém o sistema é eficiente no controle da população de plantas daninhas, não afetando a produção de sorgo para silagem.

4 CONCLUSÃO

O sorgo para silagem apresenta boa capacidade produtiva quando consorciado com *B. brizantha* cv. Marandu; *B. decumbens* cv. Basilisk e *P. maximum* cv. Tanzânia, constituindo-se em uma boa opção para sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no norte de Minas Gerais. Porém a proximidade com as árvores e a competição imposta por esse componente diminuem o crescimento das plantas de sorgo.

As forrageiras *B. brizantha* cv. Marandu, *B. decumbens* cv. Basilisk e *P. maximum* cv. Tanzânia não apresentam bom desenvolvimento e boa capacidade produtiva no consórcio com sorgo silagem e árvores em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.

CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO PRODUTIVO DE EUCALIPTO E ACÁCIA, EM DIFERENTES ARRANJOS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

RESUMO

O consórcio de espécies arbóreas, culturas agrícolas e forrageiras é uma tecnologia promissora para a diversificação da propriedade rural. Objetivou-se avaliar o crescimento inicial de árvores de eucalipto clonal, híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* e acácia (*Acacia mangium*) quando cultivadas em consórcio com forrageiras em integração lavoura-pecuária-floresta. O experimento foi disposto em esquema fatorial triplo 3 x 2 x 2 + 2, em blocos ao acaso, sendo três espécies gramíneas forrageiras consorciadas com sorgo forrageiro (BRS 655), com e sem leguminosa herbácea estilósantes (*Stylosanthes capitata* x *S. macrocephala*, cv. Campo Grande) e dois arranjos arbóreos de eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) e/ou eucalipto + acácia (*Acacia mangium*) + monocultivos de gramíneas forrageiras, sorgo e árvores. O espaçamento de plantio das árvores era de 10 x 2 m. Nas entre linhas, cultivou-se sorgo consorciado com forrageiras durante o seu estabelecimento. Na mesma área mantiveram-se monocultivos de eucalipto e acácia plantados no espaçamento 3 x 2 m. A altura do eucalipto cultivado com acácia alternado na linha de plantio foi menor do que o cultivado sozinho na linha de plantio, avaliado aos 13, 18 e 25 meses de idade. Não houve diferença no DAP entre os sistemas consorciados. As árvores de acácia tiveram menor altura, DAP e volume de madeira por árvore e por hectare do que as de eucalipto, e maiores em relação ao monocultivo exclusivo de acácia. A associação ou não com acácia na linha de plantio da ILPF não tem diferença na produtividade de madeira. O incremento médio anual em volume (IMA) obtido no monocultivo de eucalipto (12,87 m³ ha⁻¹ ano) foi menor do que o IMA dos arranjos da ILPF, com e sem associação com acácia. Nos arranjos estudados com ILPF, a densidade de árvores é de apenas 30% da utilizada nos monocultivos de acácia e eucalipto. Com o avançar do ciclo de produção das árvores, espera-se maior IMA/árvore na ILPF, uma vez que a competição intraespecífica é menor nesses sistemas quando comparado aos monocultivos. A produtividade da ILPF foi maior quando houve consórcio com acácia na linha de plantio das árvores. Assim, em uma única área além da diversidade de espécies (eucalipto e acácia), tem-se maior produtividade por hectare do que no sistema de cultivo exclusivo de eucalipto nas linhas da ILPF.

Palavras-chave: *Acacia mangium*. Consórcio. *Eucalyptus* sp.. Recuperação de pastagem. Sistemas agrossilvipastoris.

CHAPTER 3 - PRODUCTIVE BEHAVIOR OF EUCALYPTUS AND ACACIA, IN DIFFERENT ARRANGEMENTS OF INTEGRATION CROP-LIVESTOCK-FOREST

ABSTRACT

The consortium of tree species, agricultural cultures and forage is a promising technology for the diversification of rural property. The objective was to evaluate the initial growth of eucalyptus trees clonal, hybrid of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* and acacia (*Acacia mangium*) when cultivated intercropped with fodder in integration crop-livestock-forest. The experiment was arranged in a triple factorial scheme $3 \times 2 \times 2 + 2$, in randomized blocks, being three species forage grasses intercropped with forage sorghum (BRS 655), with and without *Stylosanthes* herbaceous legume (*Stylosanthes capitata* x *S. macrocephala* cv. Campo Grande) and two arrangements of eucalyptus tree (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) and / or eucalyptus + acacia (*Acacia mangium*) + monoculture of forage grasses, sorghum and trees. The spacing of planting trees was 10 x 2 m. In inter-rows, were cultivated sorghum intercropped with fodder during their establishment. In the same area remained monocultures of eucalyptus and acacia planted in spacing 3 x 2 m. The height of eucalyptus cultivated with acacia alternated in the line planting was smaller than the cultivated alone in the line planting, evaluated at 13, 18 and 25 months of age. There was no difference in DBH between intercropping systems. The acacia trees had lower height, DBH and volume of wood per tree and per hectare than the eucalyptus, and higher in relation to the unique monoculture of acacia. The association or not with acacia in line planting of the ICLF do not have difference in the productivity of wood. The average annual increment in volume (AAI) obtained in the monoculture of eucalyptus ($12.87 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}$) was lower than the AAI of the ICLF arrangements with and without association with acacia. In arrangements studied with ICLF, the density of trees is only 30% of that used in monocultures of acacia and eucalyptus. With the advance of the production cycle of the trees, we expect higher AAI / tree in the ICLF, since intraspecific competition is less in these systems compared to monocultures. The productivity of the ICLF was higher when there was consortium with acacia in line planting of trees. Thus, in a single area beyond the diversity of species (eucalyptus and acacia), has higher productivity per hectare than in the system of unique cropping of eucalyptus in the lines of the ICLF.

Keywords: *Acacia mangium*. Consortium. *Eucalyptus* sp. Recovery of pasture. Agrossilvipastoris systems.

1 INTRODUÇÃO

O desmatamento configura-se como um sério problema ambiental, responsável pela perda da biodiversidade e do vigor das florestas. Essas áreas, quando transformadas em pastagens, somadas à perda de sua capacidade produtiva e ao empobrecimento dos solos, acabam sendo abandonadas, devido ao processo de degradação dessas (OLIVEIRA *et al.*, 2009b).

Alternativas para o restabelecimento da capacidade produtiva das plantas forrageiras em pastagens degradadas são fundamentais para a intensificação da atividade pecuária no Brasil. A consorciação de espécies pelos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) com plantio direto desponta como opção viável na recuperação e na renovação de áreas degradadas (SANTOS *et al.*, 2008). Esses sistemas têm potencial para aumentar a produtividade e reduzir os riscos de degradação, melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (CARVALHO; BOTREL, 2002; LEAL, 1999; YOUNG, 1989).

A utilização de plantios florestais mistos como forma de recuperação de pastagens ainda é incipiente, porém o uso de leguminosas arbóreas, juntamente com espécies tradicionalmente utilizadas com o eucalipto torna a utilização do solo mais eficiente, tanto física como quimicamente, em função das diferenças no sistema radicular e na exigência nutricional das espécies envolvidas (KLEINPAUL *et al.*, 2010).

O uso das leguminosas em plantios mistos favorece o aporte de nitrogênio disponível no solo pela fixação simbiótica com bactérias, nutriente cada vez mais limitante em determinadas florestas plantadas de eucalipto (BINKLEY; GIARDINA, 1997), em pastagens cultivadas não consorciadas com leguminosas (MYERS; ROBBINS, 1991) e, também, em sistemas silvipastoris (ANDRADE *et al.*, 2001).

A serrapilheira formada com base nas leguminosas possui maior teor de nitrogênio, o que torna mais rápido o processo de decomposição dos resíduos vegetais, em função da maior disponibilidade desse nutriente para a

atividade microbiana (VEZZANI, 1997), além de um bom aporte de matéria orgânica e de outros minerais essenciais nas camadas superficiais do solo.

O eucalipto cultivado na ILPF pode ser direcionado a diversos usos, porém o uso comercial, como madeira para serraria, é o que mais tem sido utilizado pelos produtores, em razão do maior retorno financeiro.

A leguminosa arbórea *Acacia mangium* é uma espécie promissora, usada para lenha, madeira para fabricação de móveis, fornecimento de polpa para papel, conforto térmico para animais e produção de mel. Cresce em solos ácidos e com baixo teor de fósforo (NRC, 1979; 1983), adaptando-se bem às condições do norte de Minas Gerais.

Com a consorciação de espécies arbóreas e pastagens, muitos produtores têm tido a possibilidade de não só recuperarem as suas pastagens, mas, sobretudo, de utilizarem, de forma mais sustentável, os recursos naturais, além de reunir vantagens econômicas e ambientais em suas atividades. Desse modo, torna-se importante conhecer o comportamento e o potencial produtivo dessas espécies arbóreas para o estabelecimento de arranjos silviculturais.

A produção de madeira é comumente avaliada pelo volume de madeira produzido por unidade de área em um intervalo de tempo, quantificada nos inventários florestais. Para obtê-lo são utilizados dados de cubagem de árvores abatidas ou de árvores cubadas ainda em pé (OLIVEIRA *et al.*, 2009a). A cubagem é a quantificação do volume de madeira em metros cúbicos, a partir da medição de diâmetros em diferentes alturas dos fustes das árvores e da aplicação de fórmulas específicas, o que exige o abate das árvores e muito tempo na coleta de dados. Tradicionalmente, para estimar o volume de madeira, nos inventários florestais, são ajustados modelos volumétricos aos dados de cubagem e selecionadas equações volumétricas para estimar o volume das árvores, a partir de dados de DAP (diâmetro medido a 1,30 m do solo) e altura total.

Desenvolvido por Andrade e Leite (2001), utilizando princípios dos sólidos de revolução (GOMES, 1957), o método de cubagem, baseado na altura relativa tem como filosofia de trabalho exatamente promover rapidez e redução de custos, além de ser um método não destrutivo das amostras.

Nesse método, por meio de modificações algébricas feitas no coeficiente angular da reta, formada em intervalos pré-definidos na árvore em pé, ou seja, sem o corte, são geradas as expressões *taper*. Com essas expressões pode-se estimar o diâmetro em qualquer altura da árvore e vice-versa e, assim, o perfil dos fustes pode ser reconstituído e os seus volumes, calculados, a partir de fórmulas específicas, como a de Smalian.

Dessa forma, esta pesquisa foi realizada, com o objetivo de avaliar o crescimento e a produção de um clone de eucalipto e acácia (*Acacia mangium*) quando cultivados em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), estabelecido em janeiro de 2009, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, localizado no município de Montes Claros, nas coordenadas 16°40'3.17", de latitude sul, 43°50'40.97", de longitude oeste, a 598 metros de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima é o Aw - Tropical de Savana, caracterizado por temperaturas anuais elevadas e regime de chuvas marcado por duas estações bem definidas, com verão chuvoso e inverno seco.

O experimento foi disposto em esquema fatorial triplo 3 x 2 x 2 + 4, em blocos ao acaso, sendo três espécies gramíneas forrageiras perenes, consorciadas com sorgo forrageiro (BRS 655), com e sem leguminosa herbácea estilósantes (*Stylosanthes capitata* x *S. macrocephala*, cv. Campo Grande) e dois arranjos arbóreos de eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) e/ou eucalipto + acácia (*Acacia mangium*) + monocultivos de gramíneas forrageiras perenes, sorgo e árvores.

As unidades experimentais no consórcio (ILPF) possuíam dimensões de 20 m de largura por 10 m de comprimento, perfazendo a área de 200 m², constituída de três fileiras de eucalipto e/ou acácia + eucalipto, espaçadas a cada 10 m, intercaladas com sorgo, espécies de gramíneas forrageiras perenes e/ou leguminosa herbácea, sendo o espaçamento na fileira de 2 m

entre árvores. Já no cultivo exclusivo do eucalipto e da acácia, o espaçamento foi de 3 m entre fileiras e 2 m entre árvores nas fileiras.

Foram utilizadas mudas de clone de eucalipto, híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (urograndis), com 30 cm de altura, adquiridas junto à empresa PLANTAR S/A e plantas de *Acacia mangium*, produzidas via propagação seminífera no ICA/UFMG, com aproximadamente 50 cm de altura.

Antes do plantio, foi realizada uma dessecação prévia da vegetação, utilizando-se 1.800 g ha^{-1} do herbicida glyphosate, aplicado com pulverizador costal, equipado com lança simples e ponta TTI11002, pressão de trabalho de 300 kPa e volume de calda de 180 L ha^{-1} .

O plantio das mudas de eucalipto e acácia foi realizado em dezembro de 2008, com espaçamento de 2 m entre plantas na linha de cultivo, em covas redondas de 40 cm de diâmetro, previamente adubadas com 100 g de super fosfato simples. Após 15 dias do plantio das árvores, foi realizada adubação, utilizando-se 18 g/cova de boro e 100 g/cova da fórmula 4-30-10 (NPK). Aos 90 e 150 dias após o transplante (DAT) das mudas de eucalipto e de acácia, foi realizada uma adubação de cobertura com 150 g/planta de KCl e, aos 270 DAT, com 100g/planta da fórmula 10-30-10 (N-P-K), como adubação de reforço. O eucalipto e a acácia foram cultivados em monocultivo em uma área de 450 m^2 , com espaçamento de $3 \times 2 \text{ m}$, como adotado em algumas empresas do setor florestal, totalizando 1.666 árvores/ha. Nas parcelas em consórcio com sorgo e forrageiras, o eucalipto e/ou acácia + eucalipto foi cultivado no espaçamento de $10 \times 2 \text{ m}$, totalizando 500 árvores/ha.

Para a avaliação de crescimento, realizou-se a mensuração da altura e do diâmetro do eucalipto e da acácia, aos 13, 18 e 25 meses após a transplantação das mudas, utilizando-se régua de madeira e fita métrica, respectivamente. Para a avaliação de produção, realizada aos 25 meses, as árvores foram cubadas em pé, pelo método geométrico original (MGO) (ANDRADE; LEITE, 2001). Nas parcelas em consorciação, procedeu-se à amostragem de duas plantas de cada fileira pertencente à parcela. No cultivo exclusivo de eucalipto e acácia, foram avaliadas 30 plantas aleatoriamente.

A partir dos diâmetros em: 0,3 m (toco), 1,3 m (dap), na altura relativa (dhr) e na da altura total, utilizaram-se um relascópio de Bitterlich e uma suta. Foram obtidos os coeficientes angulares das retas, para o intervalo do fuste (Intervalo 0,3 m a 1,30 m; 1,30 m à altura relativa e da altura relativa à altura topo). Os coeficientes angulares das retas geraram equações taper (TAB. 1), que possibilitaram estimar os diâmetros nos três intervalos distintos do fuste. Após estimar os diâmetros às várias alturas das árvores, os perfis das mesmas foram reconstituídos e os volumes foram calculados, utilizando-se a fórmula de Smalian (LEITE; ANDRADE, 2004).

Com os volumes das árvores obtidos pelo método geométrico, ajustaram-se diferentes modelos volumétricos, para selecionar as equações que obtiveram o melhor desempenho na estimativa do volume das árvores que não foram cubadas. Para cada tratamento, foram ajustados todos os modelos volumétricos disponíveis na literatura e uma equação foi selecionada de acordo com os seguintes critérios: análise gráfica dos resíduos, erro padrão residual (Syx) e coeficiente de determinação (R^2) em porcentagem. A análise de regressão permitiu avaliar qual era a melhor equação de volume para cada bloco experimental e, também, para cada tratamento (TAB. 1).

A partir dos dados de produção de madeira, foi determinado o incremento médio anual de madeira para o eucalipto e acácia, a partir da seguinte fórmula:

$$\text{IMA} = \frac{V}{T}$$

onde V = Volume; T = Tempo em anos.

Os dados de crescimento e volume obtido pelo MGO das árvores foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade (SAEG 9.1) e foram comparados mediante superposição das barras do erro-padrão da média de cada tratamento.

TABELA 1

Parâmetros estatísticos de modelos de crescimento volumétricos de dupla entrada estimados para os diferentes tratamentos da ILPF e monocultivo

Tratamentos	Equação	Coeficientes						R ² (%)
		b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	
Eucalipto na ILPF (E+A)	$V = \beta_0 \cdot \text{dap}^{\beta_1} \cdot \text{ht}^{\beta_2} + \varepsilon$	0,000027	2,8803	0,2453	-	-	-	91,10
	$V = \beta_0 + \beta_1 \text{dap}^2 \text{ht} + \varepsilon$	-0,00018	0,00003	-	-	-	-	76,22
	$\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{dap}^2 \text{ht}) + \varepsilon$	-11,7743	1,2253	-	-	-	-	68,62
	$\ln V = \beta_0 + \beta_1(\ln \text{dap}) + \beta_2(\ln \text{ht}) + \varepsilon$	-13,6805	1,0266	3,4817	-	-	-	83,90
Eucalipto na ILPF	$V = \beta_0 + \beta_1 \text{dap}^2 \text{ht} + \varepsilon$	-0,0031	0,000036	-	-	-	-	78,88
	$V = \beta_0 + \beta_1 \text{dap} + \beta_2 \text{dap}^2 + \beta_3 \text{dapht} + \beta_4 \text{dap}^2 \text{ht} + \beta_5 \text{ht} + \varepsilon$	0,0183	0,000409	-0,00049	-0,00045	0,00011	-0,00039	71,33
	$\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{dap}^2 \text{ht}) + \varepsilon$	-11,2184	1,1397	-	-	-	-	60,60
	$\ln V = \beta_0 + \beta_1(\ln \text{dap}) + \beta_2(\ln \text{ht}) + \varepsilon$	-11,0756	1,9612	1,4256	-	-	-	94,22
Eucalipto Monocultivo	$\ln V = \beta_0 + \beta_1(\ln \text{dap}) + \beta_2(\ln \text{ht}) + \varepsilon$	-9,4787	1,7651	0,6909	-	-	-	98,85
Acácia na ILPF	$\ln V = \beta_0 + \beta_1(\ln \text{dap}) + \beta_2(\ln \text{ht}) + \varepsilon$	-8,2697	0,4553	1,5698	-	-	-	81,63
	$\ln V = \beta_0 + \beta_1(\ln \text{dap}) + \beta_2(\ln \text{ht}) + \varepsilon$	-8,7757	1,0592	1,3616	-	-	-	85,00
	$V = \beta_0 + \beta_1 \text{dap} + \beta_2 \text{dap}^2 + \beta_3 \text{dapht} + \beta_4 \text{dap}^2 \text{ht} + \beta_5 \text{ht} + \varepsilon$	-0,1557	0,0369	-0,00235	-0,0061	0,00041	0,0271	79,58
	$V = \beta_0 + \beta_1 \text{dap} + \beta_2 \text{dap}^2 + \beta_3 \text{dapht} + \beta_4 \text{dap}^2 \text{ht} + \beta_5 \text{ht} + \varepsilon$	0,0396	-0,0121	0,0012	0,0023	-0,00018	-0,0074	79,14
Acácia Monocultivo	$\ln V = \beta_0 + \beta_1(\ln \text{dap}) + \beta_2(\ln \text{ht}) + \varepsilon$	-8,9435	1,6424	0,6968	-	-	-	75,30

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O plantio das duas espécies arbóreas alternadas na linha de plantio não interferiu o crescimento do eucalipto, avaliado aos 13 meses de idade. Porém aos 18 e 25 meses pós-plantio, a altura do eucalipto foi menor quando de seu cultivo alternado na linha com acácia, em comparação ao seu cultivado sozinho nas fileiras de árvores na integração lavoura-pecuária-floresta - ILPF (GRÁF. 1). A altura e o diâmetro à altura do peito de árvores (DAP) de eucalipto cultivadas na ILPF foram maiores que os observados no monocultivo dessas espécies, quando cultivadas no espaçamento 3 x 2 m (GRÁF. 1 e 2), assim como as árvores de acácia, que apresentaram também menor crescimento no monocultivo, quando comparado ao seu cultivo na ILPF (GRÁF. 3 e 4).

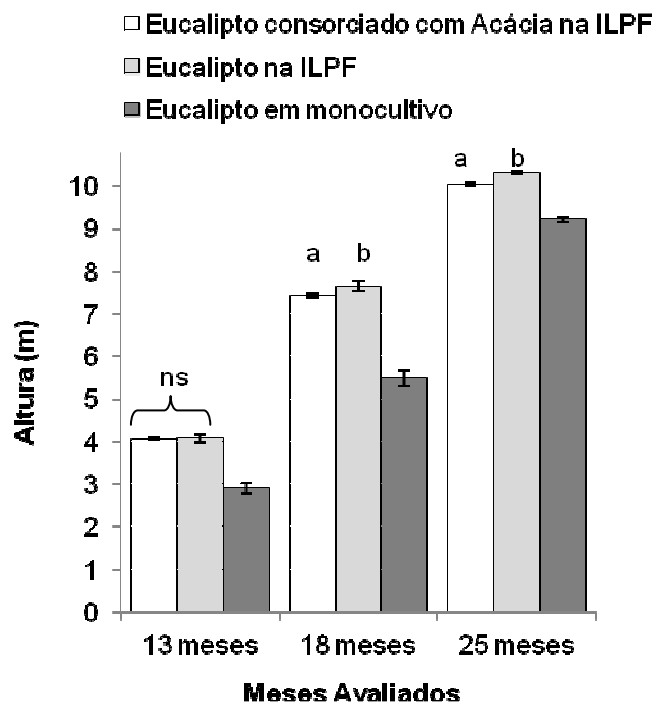


GRÁFICO 1 - Altura das árvores de eucalipto quando consorciadas ou não com *Acacia Mangium* Willd., em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e em monocultivo exclusivo de eucalipto.

Notas: Barras = erro padrão. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. Teste de médias aplicado entre os valores na ILPF e, quando seguidas por letras distintas, diferem entre si, a 5% de probabilidade.

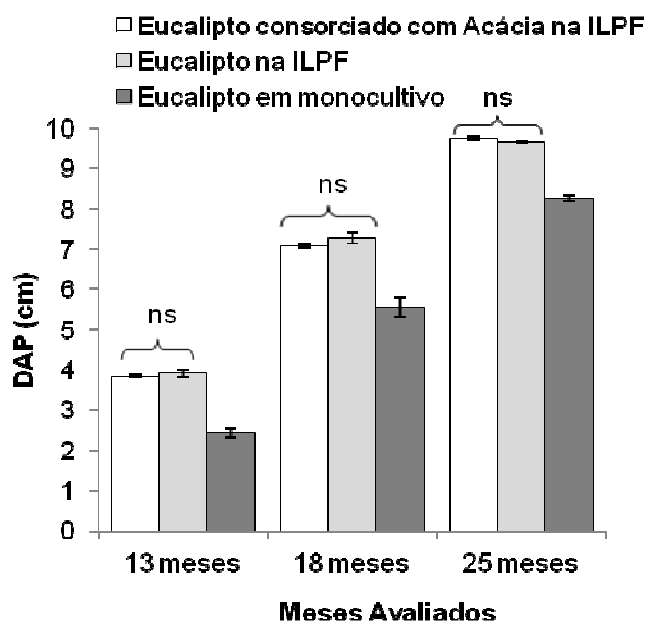


GRÁFICO 2 - Diâmetro do tronco à altura do peito (DAP) das árvores de eucalipto quando consorciadas ou não com *Acacia Mangium* Willd., em sistemas ILPF e em monocultivo de eucalipto.

Notas: Barras = erro padrão. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

Em plantios mais adensados de eucalipto, o adensamento estimula o crescimento em altura (ASSIS, 1996; BERNARDO, 1995; OLIVEIRA *et al.*, 2009c), diferente do ocorrido no ensaio. Já Coelho *et al.* (2007), ao estudarem o comportamento de *Eucalyptus grandis* consorciado com diversas leguminosas, inclusive a *Acacia mangium*, não observaram diferença na altura entre os tratamentos até os 24 meses de idade. Laclau *et al.* (2008), em avaliação de plantio misto com *Acacia mangium*, não observaram diferença na altura de *Eucalyptus grandis* nas diversas proporções de plantio árvores.

O comportamento produtivo e a habilidade competitiva de cada genótipo são diretamente influenciados pela disponibilidade de recursos do ambiente, principalmente água, luz e nutrientes. Em consórcios, o uso de recursos é mais eficiente do que em plantios puros de cada espécie (KELTY,

2006). A competição intraespecífica é maior quando a densidade populacional da espécie é alta. No presente ensaio, a densidade de plantas foi baixa, porém a competição interespecífica aumenta, pela possibilidade de crescimento de outras espécies cultivadas, assim como o encontrado por Forrester *et al.* (2006).

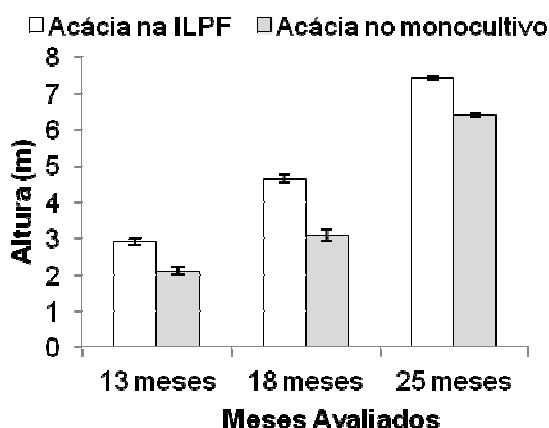


GRÁFICO 3 - Altura das árvores de acácia quando consorciadas com eucalipto em sistemas ILPF e em monocultivo

Nota: Barras = erro padrão.

Segundo Coelho *et al.* (2007), durante o desenvolvimento, a competição interespecífica entre árvores de *E. grandis* e leguminosas é maior do que a intraespecífica até a idade de 24 meses de idade, o que pode estar ligado à distribuição do sistema radicular e aos nichos de exploração, que são diferentes entre as espécies. Desse modo, as árvores de acácia poderão favorecer o eucalipto pelo aporte de nitrogênio ou, então, promover a competição entre eles (FORRESTER *et al.*, 2004; FORRESTER *et al.*, 2006; HUNT *et al.*, 2006; KHANNA, 1997).

Laclau *et al.* (2008) admitem que, em plantios mistos de *E. grandis*, em diferentes proporções de mistura, com árvores de *A. mangium*, a altura do eucalipto é 20% menor em relação ao monocultivo exclusivo, diferentemente do observado na presente pesquisa (GRÁF. 2), provavelmente pelo fato da acácia ter um crescimento inicial mais lento do que o eucalipto.

Em sistemas consorciados, as árvores podem exercer uma série de benefícios, tais como: ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo; aumento da matéria orgânica, por meio da produção de serapilheira; incremento das propriedades físicas, tais como: estrutura, porosidade e retenção de umidade (CARVALHO; BOTREL, 2002; LEAL, 1999). Assim, as condições de crescimento do consórcio no presente ensaio podem ter sido influenciadas, pois a umidade e a fertilidade podem ter sido maiores, além da criação de extratos vegetativos, resultando em condições favoráveis de luminosidade ao eucalipto, beneficiando-o e sobrepondo a altura da acácia até os 25 meses de idade.

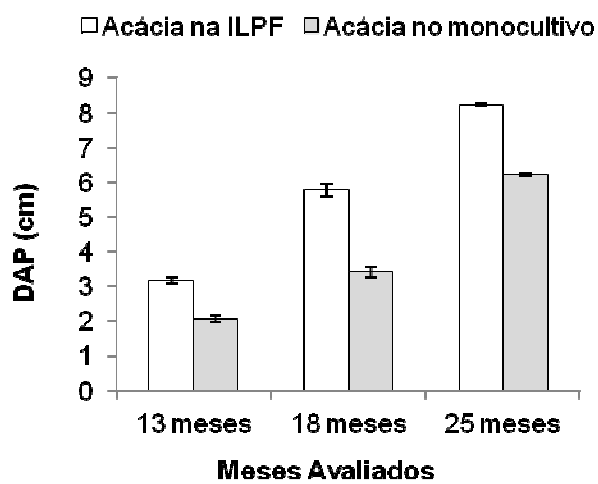


GRÁFICO 4 - Diâmetro de tronco à altura do peito (DAP) das árvores de *Acacia mangium* Willd. quando consorciadas com eucalipto em sistemas ILPF e em monocultivo

Nota: Barras = erro padrão.

O plantio das duas espécies arbóreas alternadas na linha de plantio não interferiu o diâmetro na altura do peito (DAP) das plantas de eucalipto, avaliado aos 13, 18 e 25 meses de idade (GRÁF. 2). Esses resultados demonstram a adaptação da acácia quando cultivada em consorciação com eucalipto, sorgo e forrageiras (GRÁF. 2). O mesmo acontece para as árvores

de acácia, que obtiveram valores inferiores no monocultivo exclusivo em relação ao consórcio na ILPF (GRÁF. 4).

Oliveira *et al.* (2009c), em ensaio conduzido no noroeste de Minas Gerais, testaram diversos espaçamentos de um híbrido de *E. camaldulensis* e *E. urophylla* e verificaram que, em menores espaçamentos, o DAP é menor até os 18 e 27 meses de idade. De acordo com Oliveira Neto *et al.* (2003), em maiores espaçamentos, os diâmetros são maiores e, em arranjos mais adensados e intermediários, ocorre uma influência da área útil por árvore no crescimento em diâmetro do eucalipto, por volta dos 24 meses de idade. Vários autores (BERGER *et al.*, 2002; BERNARDO *et al.*, 1998; MAGALHÃES *et al.*, 2005) consideraram que, na maioria das espécies florestais de rápido crescimento, as respostas crescentes em crescimento diamétrico estão relacionadas ao aumento nos espaçamentos de plantio, como ocorre na ILPF, em comparação ao monocultivo. Assim, espaçamentos maiores, como os praticados na ILPF, favorecem o crescimento secundário das árvores, fato importante para a obtenção de fustes de maior diâmetro, com possibilidades de usos mais nobres e de maior valor agregado, como produção de madeira para móveis e serraria.

Durante a fase inicial de desenvolvimento de uma floresta, boa parte dos carboidratos é canalizada para a produção de biomassa da copa, mas com o passar do tempo, as copas iniciam uma competição entre si por espaço, a produção relativa do tronco aumenta e as de folhas e ramos diminui gradativamente (SCHUMACHER, 1992).

Os valores de DAP do presente ensaio (GRÁF. 2) são superiores ao obtidos por Souza *et al.* (2004), no estudo de cinco clones de *E. grandis* x *E. urophylla* cultivados no Amazonas em espaçamento de 3 x 2 m. A maioria das espécies florestais de rápido crescimento possui respostas crescentes em crescimento diamétrico e, geralmente, está relacionada ao aumento nos espaçamentos de plantio (BERGER *et al.*, 2002; BERNARDO *et al.*, 1998; MAGALHÃES *et al.*, 2005), como observado na presente pesquisa (GRÁF. 2 e 4), onde os valores de DAP no consórcio são maiores que no monocultivo exclusivo.

Aos 25 meses de idade, a produtividade não diferiu entre as árvores de eucalipto das cultivadas sozinhas nas linhas de plantio e das consorciadas com acácia na ILPF ($p \geq 0,05$). O arranjo espacial não influenciou o desempenho produtivo das árvores (TAB: 2).

TABELA 2

Produtividade por hectare (m^3), incremento médio anual (IMA)(m^3) e produtividade dos sistemas por hectare de madeira de eucalipto e *Acacia mangium* Willd. quando consorciadas ou não em sistemas de ILPF, com espaçamento de 10x2 e em monocultivo exclusivo. com espaçamento de 3x2, com 25 meses de idade

Espécies	Volume^{ns} (m^3/árvore)	Volume^{ns} (m^3/ha)	IMA^{ns} (m^3/ha/ano)
Eucalipto (E+A) ¹ (250 E + 250 A)	0,0386	20,12	9,66
Eucalipto (E) (500 E)	0,0378	19,78	9,49
Acácia ILPF (250 A)	0,0194	10,27	4,93
Eucalipto monocultivo (1.666 E)	0,0161	27,29	13,10
Acácia monocultivo (1.666 A)	0,0102	17,05	8,18
Sistema ILPF (E+A)	0,0580	29,82	14,31

Notas: ¹(E + A) Eucalipto + acácia alternados na fileira de plantio, em arranjos na integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). ^{ns} Não significativo a 0,05 de probabilidade pelo Teste F.

Oliveira *et al.* (2009c), ao compararem diversos tipos de espaçamentos de um híbrido de eucalipto, verificaram que o volume é definido em função dos arranjos e que, em fileiras simples de plantio, o volume é maior. Esses autores encontraram volumes superiores por hectare e menores por árvore em arranjos mais adensados, como na presente pesquisa (TAB. 2), que, em cultivos mais adensados, o volume por hectare foi maior aos 25 meses de idade do povoamento.

Em plantios mais adensados, ocorre uma maior produção por unidade de área (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2003), porém a pequena diferença entre os valores de volume de madeira por árvore de eucalipto consorciado com acácia na ILPF em relação ao eucalipto sozinho na linha de plantio (0,0386 m^3 /árvore e 0,0378 m^3 /árvore, respectivamente), possivelmente se

deve à ausência de competição das forrageiras e o sorgo pelos fatores de produção disponíveis no local, além da ausência da competição intraespecífica (SANTOS, 2009).

Os valores de volumes por hectare do presente estudo são próximos aos encontrados por Macedo *et al.* (2006), que tiveram médias de volume por hectare de 23,11 m³ para os quatro clones avaliados, aos 28 meses de idade de clones de *E. urophylla* e *E. camaldulensis*, plantados no espaçamento de 10 x 4 m em Paracatu-MG. Já para o espaçamento de 3 x 2 m, Souza *et al.* (2004), em estudo de cinco clones de *E. grandis* x *E. urophylla*, cultivados no Amazonas, reportaram IMA máximo de 34,01 m³ ha⁻¹.ano, com 48 meses de idade.

Nos arranjos estudados com ILPF, a densidade de árvores é de apenas 30% da utilizada nos monocultivos de acácia e eucalipto, porém é provável que, com o crescimento das árvores, maior IMA seja observado na ILPF, uma vez que a competição intraespecífica é menor nesses sistemas quando comparados aos monocultivos. Fato que pode também estar ligado ao aproveitamento de nutrientes da entrelinha das árvores, onde foram cultivados o sorgo e as forrageiras perenes, que tiveram um manejo de adubação adequado para o crescimento das culturas.

Quando comparada a produção do sistema consorciado com a acácia e o sem acácia, nota-se que a produtividade total por hectare do sistema consorciado com eucalipto e acácia é maior, pois, em uma única área, tem-se a soma das produtividades das duas espécies arbóreas, sendo superior à observada no sistema de cultivo exclusivo de eucalipto nas linhas da ILPF (29,82 m³/ha) (TAB. 2).

A acácia e o eucalipto podem ser usados para a produção de lenha, combustível e sombra. O uso dos plantios mistos aumenta a capacidade produtiva da área degradada, além da possibilidade de utilização da rebrota do eucalipto em futuros cortes. Além das vantagens econômicas diretas, tem-se que a utilização de espécies arbóreas fixadoras de N consorciadas à outra espécie arbórea e a forrageiras, nos sistemas consorciados, possibilita o aumento dos teores de nitrogênio no solo e a melhor produtividade das culturas associadas, especialmente em áreas de deficiência de N e sob

condições de baixa fertilização nitrogenada, contribuindo na recuperação de pastagens degradadas e na sustentabilidade das mesmas (CARVALHO FILHO *et al.*, 1997; GUIMARÃES FILHO; SOARES, 1998).

Desse modo, a perspectiva do uso de leguminosas arbóreas é contribuir para melhoria da produção do sistema e com a redução dos custos de fertilizantes químicos, quando em comparação com os monocultivos, submetidos à adubação com nitrogênio mineral.

4 CONCLUSÃO

O crescimento em altura de eucalipto é influenciado pelo consórcio com acácia nos arranjos estudados na integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), o que não acontece com o diâmetro na altura do peito.

O arranjo das espécies de eucalipto e acácia consorciados na mesma linha de plantio possui produção por hectare igual ao arranjo utilizando apenas eucalipto nas linhas de plantio.

A produtividade por hectare de madeira no arranjo de eucalipto e acácia na mesma linha da ILPF é menor do que em cultivo sozinho na linha, porém, quando ocorre a soma das produtividades das duas espécies, o arranjo de eucalipto mais acácia é mais produtivo do que o arranjo de apenas eucalipto na linha de plantio da ILPF.

CAPÍTULO 4 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE SORGO, ADICIONADA DE CAPIM-MARANDU E CAPIM-TANZÂNIA

RESUMO

O objetivo proposto para esse estudo foi avaliar a influência de adição de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf cv. Marandu) e de capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sobre o valor nutricional do sorgo para silagem, avaliando as características fermentativas e bromatológicas da silagem de sorgo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e 16 repetições. O material ensilado consistiu de sorgo puro e sorgo, com 15 ou 25% de forragem verde de capim-marandu ou de capim-tanzânia. O sorgo BRS 655 (híbrido de sorgo forrageiro) foi cultivado no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com árvores de 11 meses de idade, com alturas médias de eucalipto de 3,83 m e acácias 2,47 m, sendo colhido aos 98 dias após a semeadura. As plantas forrageiras foram cortadas no mesmo dia da colheita do sorgo. O material permaneceu ensilado por 90 dias em minissilos experimentais de canos de PVC. Determinaram-se os valores de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃), os teores de matéria seca (MS), de fibra bruta (FB), de extrato etéreo (EE), de proteína bruta (PB), de cinzas (MM), de carboidratos não-fibrosos (CNF), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA), de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). A adição de ambas as espécies forrageiras na silagem aumentou os valores de MS, de EE, de FDN, de FDA e de pH. Além disso, proporcionou diminuição nos valores de PB, de CNF, de NIDN, de NIDA e de N-NH₃. A adição de capim-marandu ou de capim-tanzânia diminuiu a qualidade das silagens de sorgo, em função da maior proporção de fibras e, principalmente, em razão do aumento do teor proteína, associado à porção indisponível do nitrogênio. O incremento dos capins produziu silagens com valores mais elevados de pH, mas os teores de N-NH₃ e de NIDA obtidos são indicativos de silagens bem conservadas. A ensilagem de sorgo com até 25% de capim-marandu ou capim-tanzânia, porcentagens comuns em áreas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta, reduz a qualidade da silagem produzida, porém não inviabiliza a sua produção e o seu uso na alimentação animal.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*. Consórcio. *Panicum maximum*. Silagem. *Sorghum*.

**CHAPTER 4 - BROMATOLOGICAL COMPOSITION OF SORGHUM
SILAGE, ADDED OF MARANDU GRASS AND TANZANIA
GRASS**

ABSTRACT

The proposed objective for this study was to evaluate the influence of adding Marandu grass (*Brachiaria brizantha* (A. Rich ex Hochst.) Stapf cv. Marandu) and Tanzania grass (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzania) on the nutritional value of sorghum for silage evaluating the fermentative characteristics and bromatological of sorghum silage. The experimental design used was completely randomized with five treatments and 16 replications. The ensiled material consisted of sorghum pure and sorghum, with 15 or 25% of green fodder of Marandu grass or Tanzania grass. The sorghum BRS 655 (hybrid forage sorghum) was cultivated in the system of integration crop-livestock-forest, with trees 11 months of age, with average heights of eucalyptus of 3.83 m and acacias of 2.47 m, and sampled at 98 days after sowing. The forage plants were cut in the same day of harvest of sorghum. The material remained ensiled for 90 days in experimental minissilos of PVC pipe. We determined the values of pH and ammonia nitrogen (NH₃-N), the levels of dry matter (DM), crude fiber (CF), ether extract (EE), crude protein (CP), ash (MM) of non-fibrous carbohydrates (NFC), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), the nitrogen insoluble in neutral detergent (NIDN) and nitrogen insoluble in acid detergent (ADIN). The addition of both forage species in the silage increased values of DM, EE, NDF, ADF and pH. In addition, provided a reduction in the values of CP, NFC, the NIDN, NIDA and NH₃-N. The addition of Marandu grass or Tanzania grass decreased the quality of sorghum silages, due to the higher proportion of fibers and mainly due to increased of the protein content associated with the unavailable portion of the nitrogen. The increment of the grasses produced silages with higher pH values, but the levels of NH₃-N and ADIN obtained are indicative of well-preserved silages. The sorghum ensilage with up to 25% of Marandu grass or Tanzania grass, percentages common in areas of integration crop-livestock and crop-livestock-forest, reduces the quality of silage produced, but does not derail their production and their use in animal feed.

Keywords: *Brachiaria brizantha*. Consortium. *Panicum maximum*. Silage. Sorghum.

1 INTRODUÇÃO

Os pastos são a base da alimentação animal da pecuária nacional, porém tem apresentado rápido e acentuado declínio em sua capacidade produtiva, em decorrência dos processos de degradação, que vêm reduzindo a eficiência dos sistemas de produção de carne e leite no país. Associada a isso, a estacionalidade da produção de forragens é também um efeito agravante nos baixos índices de produtividade da pecuária nacional, posto que os níveis de produção animal alcançados na estação das águas são comprometidos no período da seca pelo baixo rendimento forrageiro (SANTOS *et al.*, 2008).

A associação de espécies em sistemas integrados, como na integração lavoura-pecuária (ILP) ou na integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), permite a recuperação de pastagens degradadas e pode ser adotada como estratégia para a produção de forragem em período da seca. No consórcio de culturas anuais com perenes, ocorre um efeito sinérgico na produtividade e nas condições do solo, refletindo na utilização mais eficiente dos nutrientes disponíveis, melhorias das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, reduzindo os riscos econômicos comuns da exploração isolada das espécies (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003a).

Esses sistemas, se bem manejados, têm potencial para aumentar a produtividade e reduzir os riscos de degradação, bem como possibilitar melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo. Outro fator favorável da consorciação é a diversificação da produção na propriedade, aumentando as chances de sucesso na comercialização dos produtos e da permanência do homem no campo (SANTOS *et al.*, 2008).

A utilização de silagem como alternativa de armazenamento de forragem para a época da seca é prática corriqueira em boa parte das propriedades rurais do Brasil, sobretudo daquelas que trabalham com rebanhos de alta produtividade. A região norte de Minas Gerais destaca-se no cenário nacional pela pecuária desenvolvida, porém com rebanhos criados em típicos cenários de degradação das pastagens. Nessa região, a silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem sido considerada como uma

técnica para auxiliar na manutenção da produção animal, principalmente durante o período de entressafra.

O sorgo, dentre as plantas forrageiras, apresenta uma certa tolerância à seca, além de possuir alto rendimento de massa verde por hectare, boa qualidade nutricional, possibilitando altas produções e um bom valor nutritivo na silagem (RODRIGUES FILHO *et al.*, 2006). Além da disponibilidade de alimento na entressafra em quantidade, a sua qualidade também é relevante, sobretudo para a manutenção de altos índices produtivos dos animais suplementados.

A qualidade da silagem é influenciada pelos processos fermentativos da massa ensilada, pelas taxas de respiração e decomposição das partículas picadas e por perdas de efluentes (VAN SOEST, 1994). Características da silagem, como pH, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT), constituintes da parede celular, determinados pela fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) são importantes na definição do suprimento alimentar dos animais na época da seca e para que se tenha uma relação produção:valor nutritivo favorável.

Nas condições de consórcio na ILP e na ILPF, com forrageiras de pastejo de hábito cespitoso, como do gênero *Panicum* e algumas do gênero *Brachiaria*, esse material também é ensilado junto com o sorgo. Tal fato pode alterar os processos fermentativos, a sua composição bromatológica e, consecutivamente, a sua qualidade, o que precisa ser melhor investigado.

Assim, com esta pesquisa, buscou-se avaliar as características fermentativas e bromatológicas da silagem de sorgo aditivada com diferentes porcentagens de forrageiras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, localizado no município de Montes Claros, nas coordenadas 16°40'3,17", de latitude sul, 43°50'40,97", de longitude oeste, a 598 metros de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima é o Aw - Tropical de Savana, caracterizado por temperaturas

anuais elevadas e regime de chuvas marcado por duas estações bem definidas, com verão chuvoso e inverno seco.

O cultivo do sorgo BRS 655 (híbrido de sorgo forrageiro) foi conduzido em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com árvores de 11 meses de idade, com alturas médias de eucalipto de 3,83 m e acácias, com 2,47 m. Foi semeado em sistema de plantio direto, em janeiro de 2010, onde foram distribuídas 15 sementes por metro linear, com espaçamento de 0,5 m entre linhas. A adubação utilizada na semeadura foi de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 (N-P-K). Após 30 dias, realizou-se a adubação em cobertura do sorgo, com 80 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se o sulfato de amônio, o qual foi distribuído manualmente ao longo das linhas de cultivo.

Antes do plantio do sorgo, foi realizada uma dessecação prévia da vegetação com 1.800 g ha⁻¹ do herbicida glyphosate, aplicado com pulverizador costal, equipado com lança simples e ponta TT111002, pressão de trabalho de 300 kPa e volume de calda de 180 L ha⁻¹. Após a semeadura, quando, na ausência de chuvas, por período superior a sete dias, houve irrigação suplementar por aspersão convencional, com aspersor tipo canhão, na quantidade de 4,5 mm/dia, três vezes por semana.

O sorgo foi colhido em estágio de grão pastoso-farináceo, 98 dias após a semeadura, com média de 31,56 t ha⁻¹ de massa seca. Para efeito de simulação do consórcio, foram coletadas gramíneas forrageiras de dois pastos: um de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf cv. Marandu) e outro de capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia). Os pastos estavam vedados após a época das chuvas, na fase de emborrachamento (pré-floração), para constituir os tratamentos do ensaio. O sorgo e as forrageiras foram fracionados em uma picadeira estacionária, em partículas de tamanho médio de dois cm.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 16 repetições por tratamento. Os tratamentos constituíram-se: 100% de sorgo; 75% de sorgo + 25% de capim-marandu; 75% de sorgo + 25% de capim-tanzânia; 85% de sorgo + 15% de capim-marandu; 85% de sorgo + 15% de capim-tanzânia. Esses percentuais foram estabelecidos a partir da literatura em relação à produção de forrageiras em consórcio com sorgo na

integração lavoura-pecuária-floresta (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003a; MOTA, 2009; PORTES *et al.*, 2003).

Como unidades experimentais foram utilizados silos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, dotados de válvula de Bünsen, para permitir o escape dos gases oriundos da fermentação. A compactação foi realizada com soquetes de madeira e os silos foram vedados com fita adesiva e cola especial para tubos PVC, armazenados em área coberta, em temperatura ambiente, até o momento da abertura, que ocorreu 90 dias após a ensilagem.

Nessa ocasião, foram colhidas amostras de 500 gramas para determinações de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃), por meio do suco obtido por meio da prensagem do volume referido. O pH foi medido por ocasião da abertura dos silos, utilizando-se 100 ml do suco de silagem e potenciômetro digital para leitura. O teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) como porcentagem do nitrogênio total foi determinado segundo metodologia descrita por Licitra *et al.* (1996). Os silos foram pesados no dia da ensilagem e na data de abertura dos mesmos, para estimar as perdas gasosas, feita pela diferença de peso bruto dos silos no dia da ensilagem e na data de abertura.

Amostras de 500 g antes da ensilagem e na abertura dos silos foram coletadas para a pré-secagem e acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até peso constante, procedendo-se, em seguida, à moagem das mesmas em moinho tipo Wiley, em partículas de um e dois mm. Nas amostras devidamente processadas, foram realizadas determinações de matéria seca (MS), de fibra bruta (FB), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA), de proteína bruta (PB), de extrato etéreo (EE), de cinzas (MM), de nitrogênio em detergente neutro (NIDN) e de nitrogênio em detergente ácido (NIDA), segundo Silva e Queiroz (2002). Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela fórmula sugerida por Hall (2000), em que $CNF = 100 - (FDN + PB + EE + cinzas)$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas, utilizando-se o teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, pelo programa de análises estatísticas SAEG 9.1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença de teor de matéria seca (MS), em função do aumento dos níveis de inclusão dos capins na forragem de sorgo antes da ensilagem (TAB. 1). Após a ensilagem, os teores de MS da silagem foram maiores para as inclusões de 15% de capim-tanzânia, seguido de 15% de capim-marandu (TAB. 2). Entretanto, para a mistura de 25% de capim-marandu e capim-tanzânia, os valores de MS diminuíram na silagem, sendo iguais ao observado com a silagem pura de sorgo.

Carneiro *et al.* (1982), estudando silagens mistas de milho e soja anual, nas proporções de 0, 20 e 40% da leguminosa, observaram que a adição da soja elevou o teor de MS da silagem. As gramíneas forrageiras tropicais apresentam baixo teor de MS, alto poder-tampão e baixo teor de carboidratos solúveis nos estágios de crescimento em que apresentam bons valores nutritivos, colocando em risco o processo de conservação por meio da ensilagem, devido às possibilidades de surgirem fermentações secundárias (EVANGELISTA *et al.*, 2004).

O material verde, quando ensilado muito úmido, propicia condições próprias à fermentação butírica após a ensilagem, ocasionando, também, a perda de princípios nutritivos pela lixiviação e degradação de proteínas, enquanto que forragem com teor de MS elevado dificulta a compactação e a expulsão do ar no processo da ensilagem (EVANGELISTA *et al.*, 2005). Recomenda-se o corte do sorgo para silagem com 28 a 38% de MS, ou seja, estágio em que os grãos encontram-se no ponto farináceo (FARIA, 1986). O teor de MS do sorgo antes de ensilar estava dentro dos limites adequados (TAB. 1).

TABELA 1

Teores médios de matéria seca (MS), de fibra bruta (FB), de extrato etéreo (EE), de proteína bruta (PB), de cinzas (MM), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA), de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) de sorgo, em função do acréscimo em diferentes porcentagens de capim-marandu e capim-tanzânia antes da ensilagem

Variáveis		Tratamentos					CV (%)
		100% Sorgo	Sorgo + 15% de capim- marandu	Sorgo + 25% de capim- marandu	Sorgo + 15% de capim- tanzânia	Sorgo + 25% de capim- tanzânia	
% da Matéria Seca	MS ^{ns}	29,05	29,72	29,91	29,55	30,41	1,9
	EE ^{ns}	1,89	1,64	1,88	1,99	1,83	9,5
	PB	5,52 b	6,81 a	6,59 a	6,04 b	6,98 a	7,4
	MM	6,27 c	6,49 b	6,66 b	6,70 b	7,28 a	2,9
	CNF	16,68 a	10,51 b	9,83 b	11,32 b	9,63 b	9,2
	FDN	69,62 b	74,53 a	75,02 a	73,86 a	74,32 a	1,7
	FDA ^{ns}	41,73	42,81	44,45	42,69	43,26	2,8
	NT	0,88 b	1,09 a	1,06 a	0,97 b	1,12 a	7,4
%NT	NIDN	48,04 b	58,37 a	58,61 a	57,19 a	56,70 a	5,1
	NIDA	19,28 b	21,03 a	23,99 a	22,46 a	21,45 a	6,2

Notas: ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Pelas recomendações de Silveira (1975), que considerou um teor mínimo de 30% de MS como o adequado para a ensilagem, apenas o sorgo com 25 % de capim-tanzânia apresentou valores acima do mínimo recomendado (TAB. 1). Os teores de MS das silagens de sorgo com 15 e 25% capim-marandu foram, em média, 2,2% superiores aos das forragens

frescas e às silagens de 100% de sorgo. Esse acréscimo de 5,8% no teor de MS (TAB. 2), índice considerado normal, ponderando as perdas ocorridas durante o processo de fermentação, as quais, segundo Faria (1986), são de 10% em média, em condições normais.

São escassos os trabalhos que abordam o teor de MS de silagens confeccionadas com material oriundo de cultivo simultâneo de sorgo e forrageiras perenes.

Os valores de extrato etéreo (EE) foram iguais para a forragem de sorgo e as misturas antes da ensilagem. Entretanto, após a ensilagem, observa-se aumento dos teores de EE com inclusão dos capins (TAB. 1 e 2). Isso pode estar ligado ao maior teor de pigmentos, como: caroteno e clorofila, nos capins e menor teor de pigmentos, no sorgo como: caroteno e xantofila (ASSUENA *et al.*, 2008), esses que são extraídos com éter. O total de gordura na dieta não deve ultrapassar 6 a 7% na MS, pois pode acarretar reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem (NRC, 2007). As silagens de sorgo adicionadas ou não de capim-marandu e capim-tanzânia apresentam teores adequados de gordura.

A fração mineral da forragem de sorgo antes da ensilagem foi menor que as das misturas e maior, quando da proporção de 25% de capim-tanzânia na silagem. Não foi observada diferença para essa variável no material ensilado (TAB. 1 e 2), e sim apenas uma diferença numérica, um aumento dos minerais com a adição dos capins. Possivelmente, pelo fato das gramíneas forrageiras possuírem maiores concentrações de minerais que o sorgo (VALADARES FILHO *et al.*, 2006).

A determinação de fibra bruta pelo método de Weend não reflete a qualidade da forragem (VAN SOEST, 1982), evidenciando a importância da determinação das frações fibrosas, responsáveis pela baixa digestibilidade desses alimentos (CABRAL *et al.*, 2002; VAN SOEST, 1967). Desse modo, o conhecimento das frações que compõem a FDN (Fibra Detergente Neutra) é fundamental, pois pode-se presumir que a fração não degradável tenha considerável efeito sobre a indigestibilidade dos alimentos.

TABELA 2

Teores médios de matéria seca (MS), de fibra bruta (FB), de extrato etéreo (EE), de proteína bruta (PB), de cinzas (MM), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA), de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) de silagem de sorgo, em função do acréscimo em diferentes porcentagens de capim-marandu e capim-tanzânia

Variáveis	Tratamentos					CV (%)	
	100% Sorgo	Sorgo + 15% de capim-marandu	Sorgo + 25% de capim-marandu	Sorgo + 15% de capim-tanzânia	Sorgo + 25% de capim-tanzânia		
% da Matéria Seca	MS	28,36 c	29,94 b	27,83 c	30,59 a	27,88 c	3,6
	EE	2,59 b	3,18 a	2,99 a	3,05 a	2,92 a	9,1
	PB	6,47 b	5,88 d	6,74 a	6,00 d	6,20 c	7,7
	MM ^{ns}	7,29	6,84	7,83	7,13	7,77	7,1
	CNF	17,19 a	14,73 b	14,21 b	14,41 b	14,88 b	8,6
	FDN	66,44 b	69,36 a	68,21 a	69,44 a	68,23 a	4,1
	FDA	38,40 b	40,14 a	39,51 a	40,12 a	39,60 a	5,7
%NT	NIDN	39,42 b	37,96 b	33,19 d	41,46 a	36,41 c	9,4
	NIDA	16,59 b	19,81 a	15,90 b	16,18 b	15,61 b	8,9

Notas: ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste Scott Knott, a 5% de probabilidade.

A adição de capim-marandu e capim-tanzânia aumenta os teores de FDN do sorgo antes e após a ensilagem (TAB. 1 e 2). Provavelmente, pela maior concentração de FDN nas forrageiras (VALADARES FILHO *et al.*, 2006). Os valores de fibra em detergente ácido (FDA) acompanham os

valores de FDN presentes nos volumosos, fato esse esperado, já que a FDA é parte da FDN (TAB. 1 e 2).

Eichelberger *et al.* (1997) relataram que a inclusão de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) promove um aumento no teor de FDN da silagem de milho. Por outro lado, Evangelista *et al.* (2005), ao adicionarem 10, 20, 30 e 40% de forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit.), constataram decréscimos nos teores de FDN e FDA das silagens de sorgo. Em contrapartida, Gomide *et al.* (1987) não observaram diferenças nos teores de FDN em silagens provenientes dos consórcios de soja com milho normal, milho-anão, sorgo forrageiro e sorgo granífero, quando a soja perfazia 10, 20, 30 e 40% da mistura.

Teores elevados de FDN levam à indisponibilização dos carboidratos estruturais potencialmente degradáveis, pois um dos componentes da parede celular, a lignina, forma uma barreira que impede a aderência microbiana e a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose, conseqüentemente diminui a digestibilidade da fibra e a qualidade e o aproveitamento da forragem (MELLO *et al.*, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2004).

Os valores de proteína bruta (PB) da forragem de sorgo a ser ensilada são maiores com a adição de 15 e 25% de capim marandu e para 25%, de Tanzânia (TAB. 1). Já para a silagem os valores de PB do sorgo exclusivo e do sorgo + 25% de capim-marandu são os maiores. Entre os tratamentos da silagem com capins, os teores de PB são maiores para a mistura de 25% de capim-marandu e capim-tanzânia no sorgo (TAB. 2). O menor teor de PB para os demais tratamentos pode estar relacionado ao fato de que grande parte da proteína bruta dos volumosos se originar do conteúdo celular (VAN SOEST, 1994) e nos tratamentos onde se obtiveram menores teores de PB foi onde havia teores elevados de parede celular (FDN), conseqüentemente, menores teores de conteúdo celular.

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) nas forragens verdes foram maiores para 100% de sorgo em relação às demais misturas. O mesmo ocorrendo após a ensilagem (TAB. 1 e 2). Isso pode estar associado ao maior teor de grãos no sorgo tanto no material verde quanto na silagem, pois aumenta os teores de açúcares, amido e pectina. Outro fator é o teor de

MS e da FDN da silagem, pois exatamente onde há maiores teores de MS e FDN, ocorrem os menores teores de CNF. Isso pelo fato dos capins conterem maior quantidade de parede celular (FDN) e menor teor de CNF em relação ao sorgo (VALADARES FILHO *et al.*, 2006). Assim, quando ocorre a mistura, a quantidade de CNF é menor e a de FDN é maior em relação à silagem de 100% de sorgo.

Na forragem, antes de ensilar, os valores de NIDN e NIDA são menores para o sorgo sozinho e maiores para as misturas (TAB. 1). Para a silagem, os valores de NIDN e NIDA foram maiores para as misturas de 15% de capim-tanzânia e capim-marandu, respectivamente (TAB. 2). Parte dos compostos nitrogenados de volumosos está ligada à parede celular, na forma de NIDN e NIDA, de modo que o aumento dos teores desse último contribui para incrementar a porção indigestível do nitrogênio. É importante registrar que a diferença entre os valores de NIDN e NIDA corresponde à fração B3, ou seja, a proteína associada à parede celular de degradabilidade lenta (VAN SOEST; FOX, 1992).

O nitrogênio insolúvel em detergente neutro, mas solúvel em detergente ácido, é digestível, sendo, porém, de lenta degradação no rúmen, enquanto o nitrogênio retido na forma de NIDA é praticamente indigestível, estando geralmente associado à lignina e a outros compostos de difícil degradação (VAN SOEST, 1994). Forragens com teores de NIDA superiores a 20% do nitrogênio total têm a sua utilização comprometida, em razão de reduções na disponibilidade de nitrogênio e na digestibilidade da MS (VAN SOAST; MANSON, 1991). Desse modo, todas as misturas com os capins resultaram em boa digestibilidade da fração protéica.

Os menores valores de pH foram registrados na silagem de 100% de sorgo (TAB. 3), o que pode ser explicado pela maior disponibilidade de carboidratos solúveis no sorgo, conduzindo, possivelmente, à maior produção de ácido láctico. Isoladamente, o pH tem menor importância, pois a amônia como proporção do nitrogênio total correlaciona-se, negativamente, à ingestão de silagem. O efeito da amônia é provavelmente indireto, por meio de sua correlação com outros produtos da fermentação, que seriam os agentes causais (SANTOS *et al.*, 2006).

O limite superior de pH para as silagens de qualidade satisfatória é de 4,2 (VILELA, 1998). Neste experimento, observou-se variação nos valores de pH com a inclusão de forragem de capins (3,74 a 3,79), mantendo-se, porém, dentro dos limites aceitáveis, indicando uma boa fermentação (TAB. 3). O mesmo foi encontrado por Evangelista *et al.* (2005), ao analisarem silagens de sorgo com leucena.

TABELA 3

Teores médios de pH, de nitrogênio amoniacal/ nitrogênio total (N-NH₃/Ntotal) e de perdas gasosas (PG) de silagem de sorgo, em função do acréscimo em diferentes porcentagens de capim-marandu e capim-tanzânia

Variáveis	Tratamentos					CV (%)
	100% Sorgo	Sorgo + 15% de capim- marandu	Sorgo + 25% de capim- marandu	Sorgo + 15% de capim- tanzânia	Sorgo + 25% de capim- tanzânia	
pH	3,69 a	3,74 b	3,76 b	3,79 b	3,77 b	1,5
NT (% MS)	1,04 b	0,94 d	0,96 d	1,08 a	0,99 c	7,74
N-NH ₃ /N Total (%)	2,69 b	2,81 b	2,79 b	2,94 b	3,33 a	11,31

Notas: Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem entre si. Teste Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Para o nitrogênio amoniacal, como porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃) (TAB. 3), verifica-se que, em silagens com adição de 25% de Tanzânia, obtiveram-se maiores teores de N-NH₃ e houve uma tendência aos demais tratamentos serem numericamente superiores ao sorgo sozinho. Para níveis inferiores a 10%, indica que, durante o processo fermentativo, não houve quebra excessiva de proteína em amônia (VAN SOEST, 1994).

A partir dos valores de pH e N-NH₃, pode-se admitir ausência de fermentações secundárias, resultantes da ação das bactérias do gênero

Clostridium, que, em meio favorável ao seu desenvolvimento, conduzem ao desdobramento de aminoácidos, com produção de ácido butírico, ácidos voláteis, aminas, amônia e gases, prejudicando o valor nutritivo da silagem (MCDONALD, 1981).

O aumento de N-NH₃ indica que o nitrogênio retido na forma correspondente à fração A, apresentando alta taxa de degradação ruminal, está, dessa forma, prontamente disponível para os microorganismos do rúmen (VAN SOEST; FOX, 1992). Os resultados estão de acordo com Andrade e Ferrari Júnior (1991), que, em trabalho de associação de sorgo com guandu para silagem, nas proporções de 0, 30, 40, 50, 60, 70 e 100% em peso verde da leguminosa, verificaram que apenas as silagens com 70 e 100% de guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp) mostraram evidência de maiores degradação de PB.

Em comparação à silagem de sorgo, a utilização de misturas do capim-marandu e do capim-tanzânia no momento da ensilagem aumentou o pH, FDN, FDA e, em alguns níveis de misturas, o teor de PB e MS, entretanto não comprometeu a fermentação e o valor nutricional da silagem.

4 CONCLUSÃO

A adição de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf cv. Marandu) e de capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) diminui a qualidade das silagens de sorgo produzidas, em função da fibra, principalmente em razão do aumento do teor proteína, associado à porção indisponível do nitrogênio.

O incremento dos capins produziu silagens com valores mais elevados de pH, mas os teores de N-NH₃ (% do N total) e de NIDA (% do N total) obtidos são indicativos de silagens bem conservadas, podendo, dessa forma, ser recomendadas em qualquer dos níveis testados na pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J. G. **Influência da profundidade de semeadura e da pressão de compactação no solo sobre a emergência de *Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu**. 1993. 65 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- AGNES E. L.; FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R. Situação atual da integração agricultura pecuária em Minas Gerais e na Zona da Mata Mineira. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E. L. **Manejo integrado: Integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, 2004. p. 251-267.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, A. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.
- ALONSO, J. L.; VALENCIAGA N. V.; SAMPAIO, R. A.; LEITE, G. L. D. Diversidade zoológica associada a um silvopastoreio leucaena-guinea com diferentes idades de estabelecimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 12, p. 1667-1674, 2007.
- ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G.; SOUZA, A. L. S. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1845-1850, 2003. Supl. 2
- 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**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1178-1185, 2001. Suplemento.
- ANDRADE, J. B.; FERRARI JÚNIOR, E. Associação de sorgo-guandu para produção de silagem. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 48, n. 2, p. 141-147, 1991.
- ANDRADE, V. C. L.; LEITE, H. G. Uso da geometria analítica para descrever o taper e quantificar o volume de árvores individuais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 481-486, 2001.
- ASSIS, R. L. **Armazenamento de água no solo, produção de biomassa e avaliação do estado nutricional em plantios de *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos na região de Bocaiúva – MG**. 1996. 72 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- ASSUENA, V.; FILARDI, R. S.; JUNQUEIRA, O. M; CASARTELLI, E. M.; LAURENTIZ, A. C.; DUARTE, K. F. Substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras comerciais formuladas com diferentes critérios de

atendimento das exigências em aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 93-99, 2008.

AYARZA, M. A.; VILELA, L.; PIZARRO, E. A.; COSTA, P. H. Sistemas agropastoriles basados em leguminosas de usos multiples. In GUIMARÃES, E.P.; SANZ, J. I.; RAO, I. M.; AMÉZQUITA, M.C.; AMÉZQUITA, E. (Ed). **Sistemas agropastoriles en sabanas tropicales de América Latina**. Cali: CIAT; Brasília, DF: Embrapa, 1999. p. 175-193.

BALLIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; PEREIRA, M. G.; CAMPELLO, E. F. C.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M.; ALVES, B. J. R. Dinâmica da serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 6, p. 597-601, 2004.

BERGER, R.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; HASELEIN, C. R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 75-87, 2002.

BERNARDO, A. L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais**. 1995. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

BERNARDO, A. L.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; HARRISON, R. B.; FIRME, D. J. Effect of spacing on growth and biomass distribution in *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* and *E. urophylla* plantations in southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 104, n. 1-3, p. 1-13, 1998

BINKLEY, D.; DUNKIN, K. A.; DEBELL, D.; RYAN, M. G. Production and nutrient cycling in mixed plantations of *Eucalyptus* and *Albizia* in Hawaii. **Forest Science**, Praha, v. 38, n. 2, p. 393–408, 1992.

BINKLEY, D.; GIARDINA, C. Nitrogen fixation in tropical forest plantations. In: NAMBIAR, E. K. S.; BROWN, A. G. (Ed.) **Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests**. Australia: ACIAR; CSIRO; CIFOR, 1997. p.297-337.

BRASIL, F. C.; ROSSIELLO, R. O. P.; OLIVEIRA, M. R. G. Efeitos da queima e da roçada nas características radicais de *Brachiaria humidicola* num planossolo hidromórfico. In: REUNIÃO DE PRIMAVERA DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE PASTAGENS E FORRAGENS, 25., 2004, Palmela, Portugal. **Resumos**. Visau: SPPF, 2004. p. 57-58.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PEREIRA, O. G.; NUNES, P. M. M.; VELOSO, R. G.; PEREIRA, E. S. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho

com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2332-2339, 2002.

CANTARUTTI, R. B.; TARRÉ, R. M.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; RESENDE, C. P.; PEREIRA, J. M.; BRAGA, J. M.; GOMEDE, J. A.; FERREIRA, E.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystem**, Secaucus, v. 64, n. 3, p. 257-271, 2002.

CARNEIRO, A. M.; RODRIGUEZ, N. M.; SANCHES, R. L.; SOCORRO, E. P. Consumo e digestibilidade aparente de silagens mistas de milho e soja anual. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v. 34, n. 2, p. 397-408, 1982.

CARVALHO, M. M. Utilização de sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1997. p. 165-207.

CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Arborização de pastagens: um caminho para a sustentabilidade de sistemas de produção animal a pasto. In: EVANGELISTA, A. R.; SILVEIRA, P. J.; ABREU, J. G. (Ed.) **Forragicultura e pastagens: temas em evidência**. Lavras: UFLA, 2002, p.77-108.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A. C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 17, n. 1, p. 24-30, 1995.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condições de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37; n. 5, p. 717-722, 2002

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JR., B. A. Produção de matéria seca e composição química da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 213-218, 1997.

CARVALHO FILHO, O. M.; DRUMOND, M. A.; LANGUIDEY, P. H. **Gliricidia sepium**: leguminosa promissora para regiões semi-áridas. Petrolina: EMBRAPACPATSA, 1997. 16 p. (EMBRAPA-CPATSA, Circular Técnica, 35)

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p.167- 174, 1996.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M. C.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.

COBUCCI, T.; WRUCH, F. J.; KLUTHCOUSKI, J. Opções de integração lavoura pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 240, p. 64-79, 2007.

COSTA, N. M. S. **Revisão do gênero *Stylosanthes* Sw.** 2006. 469 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônoma) – Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2006.

CRUZ FILHO, A. B. Práticas agrônomicas para o estabelecimento de pastagens. In: MANEJO de pastagens. Pindamonhangaba: DIRA, 1988. p. 10-25.

COELHO, S. R. F.; GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M.; MOREIRA, R. M.; SILVA, E. V. ; LACLAU, J-P. Crescimento, nutrição e fixação biológica de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 6, p. 759-768, 2007.

DANIEL, O; COUTO, L.; GARCIA, R. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 367-370, 1999a.

DANIEL, O; COUTO, L.; VITORINO, A. C. T. Sistemas agroflorestais como alternativas sustentáveis à recuperação de pastagens degradadas. In: SIMPÓSIO- SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1., Goiânia, 1999. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1999b. p.151-170.

DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELO, E. F. C. Dinâmica da matéria orgânica e de nutrientes em solo degradado pela extração de bauxita e cultivado com *Eucalyptus pellita* e *Acacia mangium*. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 515-525. M. Balensiefer, A. J. de Araújo e N. C. Rosot. (Ed.)

DOUROJEAMI, M. **O eucalipto não é vilão.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura: destaques. 2004. Disponível em: <http://www.sbs.org.br/destaques_oeucalipto.html>. Acesso em: 19 out. 2009.

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

EICHELBERGER, L.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeitos da inclusão de soja ou feijão miúdo e uso de inoculante na qualidade da silagem

de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 667-674, 1997.

EINHELLIG, F. A.; RASMUSSEN, J. A. Prior cropping with grain sorghum inhibits weeds. **Journal of Chemical Ecology**, v. 15, n. 3, p. 951-960, 1989.

ENGEL, V. L. Manejo sustentável e restauração florestal. In: SEMINÁRIO TEMÁTICO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, A RESOLUÇÃO SMA 21 DE 21/11/2001 COMO RECURSO GENERAL PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: AVANÇOS OBTIDOS E PERSPECTIVAS FUTURAS, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. p. 21-31.

ERIKSEN, F. I., WHITNEY, A. S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, n. 3, p. 427-433, 1981.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; PEREIRA, R. C.; SALVADOR, F. M.; SANTANA, R. A. V. Composição bromatológica de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) DEWIT). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, 2005.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; PEREIRA, R. C.; SALVADOR, F. M.; SANTANA, R. A. V. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 446-452, 2004.

FARIA, V. P. Técnicas de produção de silagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Pastagens**: fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 323-348.

FERNANDES, E. C. M.; MATOS, J. C. S.; ARCO-VERDE, M. F.; LUDEWIGS, T. Estratégias agroflorestais para redução das limitações químicas do solo para produção de fibra e alimento na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ECOSSISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. p. 207-224.

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. 537p.

FORRESTER, D. I.; BAUHUS, J.; COWIE, A. L.; VANCLAY, J. K. Mixed-species plantations of *Eucalyptus* with nitrogen-fixing trees: a review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 233, n. 2-3, p. 211-230, 2006.

FORRESTER, D. I.; BAUHUS, J.; KHANNA, P. K. Growth dynamics in a mixed-species plantation of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v. 193, n. 1-2, p. 81-95, 2004.

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

GARCIA, R.; COUTO, L. Silvopastoral systems: emergent technology of sustainability. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais....** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 281-302. J. A. Gomide (Ed.)

GARDENER, C.J. The dynamics of *Stylosanthes* pasture. In: STACE, H.M.; EDYE, L.A. (Ed.) **The biology and agronomy of *Stylosanthes***. Centercourt: Academic, 1984. p. 333-357.

GILLER, K.; CADISCH, G. Future benefits from biological nitrogen fixation: an ecological approach to agriculture. **Plant and Soil**, Bethlehem, v. 174, p. 255-277, 1995.

GOMES, A. M. A. **Medição dos arboredos**. Lisboa: Livraria Sá da Costa, 1957. 413 p.

GOMIDE, J. A.; ZAGO, C. P.; CRUZ, M. E.; EVANGELISTA, A. R.; GARCIA, R.; OBEID, J. A. Milho e sorgo em cultivos puros ou consorciados com soja para produção de silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 16, n. 4, p. 308-17, 1987.

GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J. G. G. Desempenho de novilhos no período seco com mistura múltipla à base de leucena no semi-árido brasileiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 35., 1998, Porto Alegre. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. 3 p. (CD ROM).

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates**: nutritional relevance and analysis. Florida: University of Florida, 2000. 42 p. (Bulletin, 339).

HARVEY, C. A.; HARBER, W. A.; SOLANO, R.; MEJIOAS, F. Árboles remanescentes em potreros de Costa Rica: herramientas para la conservación. **Agroloresteria em Lãs Américas**, Costa Rica, v. 6, n. 24, p. 19-22, 1999.

HUNT, M. A., BATTAGLIA, M., DAVIDSON, N. J., UNWIN, G. L. Competition between plantation *Eucalyptus nitens* and *Acacia dealbata* weeds in northeastern Tasmania. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 233, n. 2-3, p. 260–274, 2006.

IBRAHIM, M; DELGADO, J. M.; CASASOLA, F. **Ganadería y medio ambiente en mesoamérica. potencialidades y experiencias de investigación y desarrollo del CATIE en la región**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2003, 25 p. Curso Internacional sobre Ganadería y Medio Ambiente

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L. I; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

JONG, S. K.; BREWBAKER, J. L.; LEE, C. H. Effects of solar radiation on the performance of maize in 41 successive monthly plantings in Hawaii. **Crop Science**, Madison, v. 22, n. 1, p. 13-18, 1982.

KELTY, M. J. The role of species mixtures in plantation forestry. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 233, n. 2-3, p. 195–204, 2006.

KHANNA, P. K. Comparison of growth and nutrition of young monocultures and mixed stands of *Eucalyptus globules* and *Acacia mearnsii*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 94, n. 1-3, p. 105–113, 1997.

KLEINPAUL, I. S.; SCHUMACHER M. V. ; VIERA, M.; NAVROSKI, M. C. Plantio misto de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agroflorestal: I - Produção de biomassa. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 621-627, 2010.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003a. p. 407-441.

LACLAU J.-P.; BOUILLET, J.-P.; GONÇALVES, J. L. M.; SILVA, E. V. ; JOURDAN; C.; CUNHA, M. C. S.; MOREIRA, M. R.; SAINT-ANDRÉ, L.; MAQUÈRE, V. ; NOUVELLON, Y.; RANGER, J. Mixed-species plantations of *Acacia mangium* and *Eucalyptus grandis* in Brazil: 1. Growth dynamics and aboveground net primary production. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, n. 12, p. 3905–3917, 2008.

LAL, R. Myths and scientific realities of agroforestry as a strategy for sustainable management for soils in the tropics. **Advances in Soil Science**, New Brunswick, v. 15, p. 91-137, 1991.

LEAL, A. C. A silvicultura e os recursos florestais, In: **USO e manejo dos solos de baixa aptidão agrícola**. Londrina: IAPAR, 1999. p.222-242.

LEITE, H. G.; ANDRADE, V. C. L. Uso do método da altura relativa em inventário florestal de um povoamento de pinus. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 865-873, 2004.

LICITRA, G.; HERNANDES, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Gainesville, v. 57, n. 4, p.347-358, 1996.

LILIENFEIN, J., WILCKE, W., NEUFELDT, H., AYARZA, M.; ZECH, W. Land-use effects on organic carbon, nitrogen and sulphur concentrations in macroaggregates of differently textured Brazilian oxisols. **ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENNAHRUNG UND BODENKUNDE**, Bodenkd., v. 161, n. 2, p. 165-171, 1998.

LUDLOW, M.M.; WILSON, G.L. Photosynthesis of tropical pasture plants. 2. Temperature and illuminance history. **Australian Journal Biology Science**, Victoria, v. 24, p. 1065-1076, 1971.

MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. **Agroforestry: classification and management**. New York: John Wiley e Sons, 1990. 382 p.

MACEDO, R. L. G. Fundamentos básicos para implantação e manejo de sistemas agroflorestais. In: MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/Faepe, 2000. p. 5-35.

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

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do sorgo**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2009. (Sistemas de Produção; v. 2). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_5_ed/ecofisiologia.htm>. Acesso em: 24 ago. 2010.

MAGALHÃES, W. M.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIM, N. ; HIGASHIKAWA, E. M.; YOSHITANI JÚNIOR, M. Desempenho silvicultural de espécies de *Eucalyptus* spp. em quatro espaçamentos de plantio na região noroeste de Minas Gerais. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2005.

MAHECHA, L.; ROSALES, M; MOLINA, C. H., MOLINA, E. J. Un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala-Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. In: SÁNCHEZ, M. D.; ROSALES, M. M. **Agroforesteria para la producción animal en América Latina**. Roma: FAO, 1999. p. 407-419.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; CUNHA, D. N. F. V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira da Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1138-1190, 2009.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Willey and Sons, 1981. 226 p.

MEDRADO, M. J. S. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.) **Reflorestamento de propriedades rurais para**

fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. p. 269-312.

MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, R. L. C.; CUNHA, M. V. Degradação ruminal da matéria seca de clones de capim-elefante em função da relação folha/colmo. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1316-1322, 2006.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129-132, 2006.

MOTA, V. A. **Integração lavoura-pecuária-floresta na recuperação de pastagens degradadas no Norte de Minas Gerais.** 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias/Agroecologia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2009.

MOTA, V. A.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS JUNIOR, A.; MACHADO, V. D.; SAMPAIO, R. A.; OLIVEIRA, F. L. R. Dinâmica de plantas daninhas em consórcio de sorgo e três forrageiras em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 759-768, 2010.

MURGUEITIO, E. **Investigación participativa en sistemas silvopastoriles integrados:** la experiencia de CIPAV en Colombia. La Habana, Cuba: CIPAV, 2003. p. 207. Taller Internacional Ganadería Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

MYERS, R. J. K.; ROBBINS, G. B. Sustaining productive pastures in the tropics. 5. maintaining productive sown grass pastures. **Tropical Grasslands**, St Lucia, v. 25, n. 2, p. 104-110, 1991.

NRC. National research council. **Mangium and other fastgrowing acacias for the humid tropics.** Washington: National Academy of Sciences National Research Council, 1983. 65 p.

NRC. National research council.. **Tropical legumes:** resources for the future. Washington: National Academy of Sciences/National Research Council, 1979. 332 p.

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**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2003.

OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. A.; SILVA, A. E.; PINHEIRO, B. S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. M.; GUIMARAES, C. M.; GOMIDE, J. C.; BALBINO, L. C. **Sistema Barreirão:**

recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1996. 90 p. (Embrapa-CNPAP. Documento, 64)

OLIVEIRA, L. B. **Produção e valor nutritivo de diferentes forragens e de suas respectivas silagens**. 2008. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2008.

OLIVEIRA, M. L. R.; LEITE, H. G.; GARCIA, S. L. R.; CAMPOS J. C. C.; SOARES, C. P. B.; SANTANA, R. C. Estimação do volume de árvores de clones de eucalipto pelo método da similaridade de perfis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 133-141, 2009a.

OLIVEIRA, T. K.; LUZ, S. A.; SANTOS, F. C. B.; OLIVEIRA, T. C.; LESSA, L. S. Crescimento de espécies arbóreas nativas em Sistema Silvopastoril no Acre. **Revista Amazônia Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 8, p. 121-126, 2009b.

OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.60, p. 1-9, 2009c. Edição Especial.

PAULINO, N. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; DE MORAES, E. H. B. K.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE SIMCORTE, 3. , 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2002. p. 153-196.

PEIXOTO, M. F.; SOUZA, I. F. Efeitos de doses de imazamox e densidades de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) moench) em soja (*Glycine max* (L.) merr.) sob plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 252-258, 2002.

PHOLSEN, S.; SUKSRI, A. Effects of phosphorus and potassium on growth, yield and fodder quality of IS 23585 Forage Sorghum Cultivar (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Islamabad, v. 10, n. 10, p. 1604 -1610, 2007.

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento de braquiária consorciada com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 303-330.

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 7, p.1349-1358, 2000.

PORTUGAL, A. F.; ROCHA, V. S.; DA SILVA, A. G.; PINTO, G. H. F.; FILHO, O. C. P. Rendimento de matéria seca e proteína de cultivares de sorgo forrageiro no primeiro corte e na rebrota. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 289, p.357-366, 2003.

ROCHA, G. L. Evolução da pesquisa em forragicultura e pastagens no Brasil. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz"**, Piracicaba, v. 45, n. 1, p. 50-51, 1988.

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V. ; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench) submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 1, p. 37-48, 2006.

RODRIGUES, A. L. P.; SAMPAIO, I. B. M.; CARNEIRO, J. C.; TOMICH, T. R.; MARTINS, R. G. R. Degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte v. 56, n. 5, p. 658-664, 2004.

ROSANOVA, C. **Estabelecimento de pastagens de cultivares de *Panicum maximum* jacq. em consórcio com sorgo forrageiro, sob fontes de fósforo, no Cerrado Tocantinense**. 2008. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Tocantins, Gurupi, Tocantins, 2008.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M.; OLIVEIRA, J. S. Produção de silagem de gramíneas tropicais. **Revista Electrónica de Veterinária - REDVET®**, Andalucía, v. 7, n. 7, p. 1-16, 2006.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, A. C.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Características estruturais e índice de tombamento de *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk* em pastagens diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 626 – 634, 2009.

SANTOS, M. V. **Renovação de pastagem em plantio direto e sistema agrossilvipastoril**. 2009. 112 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SANTOS, M. V. ; MOTA, V. A.; TUFFI SANTOS, L. D.; OLIVEIRA, N. J. F.; GERASEEV, L. C.; DUARTE, E. R. Sistemas agrofloreais: potencialidades para produção de forrageiras no norte de Minas Gerais. In: GERASEEV, L. C.; OLIVEIRA, N. J. F.; CARNEIRO, A. C. B.; DUARTE, E. R. (Ed.) **Recomendações técnicas para vencer o desafio nutricional no período da seca**. Montes Claros: UFMG/ICA, 2008. p. 99-109.

SARIKHANI, S.; RAZMJOO, K. Effect of plant density on yield and yield components of three cultivars of forage sorghum. **Journal of Science and**

Technology of Agriculture and Natural Resources, Adelaide, v. 10, n. 4, p. 241-256, 2007.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell.** 1992, 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

SHELTON, H. M.; HUMPHREYS, L. R.; BATELLO, C. Pastures in the plantations of Asia and the Pacific: performance e prospect. **Tropical Grasslands**, St. Lucia, v. 21, n. 4, p. 159-168, 1987.

SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E. L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**, 2004. p. 117-169.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 113-117, 1997.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2., 1975, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1975. p.156-180.

SOARES, A. B.; SARTOR, 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 Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOUZA, C. R.; ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M. B. Comportamento de *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 95-101, 2004.

SOUZA, F. A.; SILVA, E. M. R. Micorrizas arbusculares na revegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J. O. (Ed.). **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1996. p. 255-290.

SOUZA, V. G.; PEREIRA, O. G.; MORAES, S. A.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; ZAGO, C. P.; FREITAS, E. V. V. Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 753-759, 2003.

SPAIN, J. M.; VILELA, L. Perspectivas para pastagens consorciadas na América Latina nos anos 90 e futuros. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECIA, 28., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: SBZ, 1990. p. 101-119.

URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; OLIVEIRA, O. C.; RESENDE, A. S.; WEBER, H. **Efeito da queima, aplicação de N, irrigação e molibdênio na produtividade e acumulação de nitrogênio na cana de açúcar a longo prazo.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 13 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 72)

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 239 p.

VALENTE, J. O. **Manejo cultural do sorgo para forragem:** Introdução. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA/CNPMS, 1992. p. 5-8.

VALERI, S. V.; POLITANO, W; SENO, K. C. A.; BARRETO, A. L. N. M. **Manejo e recuperação florestal.** Jaboticabal: Funep, 2003. 180 p.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 26, n. 1, p. 119-128, 1967.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. New York: Cornell University, 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants.** New York: Cornell University. 1982, 373 p.

VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G. Discounts for net energy and protein-fifth revision. In: CORNELL NUTRITIONAL CONFERENCE, **Proceedings...** Ithaca: University of Cornell, 1992. p. 40-68

VAN SOEST, P. J.; MANSON, V. C. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feed. **Animal Feed Science Technology**, Gainesville, v. 32, n. 1-2, 1991.

VARELLA, A. C.; SILVA, V. P.; RIBASKI, J.; SOARES, A. B.; MORAES, A.; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C.; BARRO R. S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Eds.) **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na Região Sul-Brasileira**, Passo Fundo-RS: Embrapa Trigo, 2009. p. 283-340.

VEZZANI, F. M. **Aspectos nutricionais de povoamentos puros e mistos de *Eucalyptus saligna* e *Acacia mearnsii*.** 1997. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

VIDAL, R. A. I; TREZZI, M. M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I — plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 217-223, 2004.

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 73-108.

WENZL, P.; CHAVES, A. L.; PATIÑO, G. M.; MAYER, J. E.; RAO, I. M. Aluminum stress stimulates the accumulation of organic acids in root apices of *Brachiaria* species. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 165, n. 5, p. 582-588, 2002.

WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs: competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford: C. A. B. International, 1989. 276p.

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1991. p. 169-217.

ZAGO, C. P.; POZAR, G. Época de corte de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e sua influência sobre a porcentagem de matéria seca e de panícula. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p. 61.