

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
Colegiado dos Cursos de Pós Graduação

GLENDALVES FERREIRA PRADO  
**ATRIBUTOS DO SOLO, DA FORRAGEIRA E  
COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS  
MESTIÇAS MANEJADAS EM SISTEMA  
SILVIPASTORIL, EM BIOMA CERRADO**

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária - UFMG  
2012**

**GLENDA ALVES FERREIRA PRADO**

**ATRIBUTOS DO SOLO, DA FORRAGEIRA E  
COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS  
MISTIÇAS MANEJADAS EM SISTEMA  
SILVIPASTORIL, EM BIOMA CERRADO**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária – UFMG, como  
requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia

Área de concentração: Produção Animal

Orientadora: Profa. Ângela Maria Quintão Lana

Co-orientador: Profa. Regina Quintão Lana

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária - UFMG  
2012**

P896a Prado, Glenda Alves Ferreira, 1985-  
Atributos do solo, da forrageira e comportamento de vacas leiteiras mestiças manejadas em sistema silvipastoril , em bioma cerrado / Glenda Alves Ferreira Prado. – 2012.  
91 p. : il.

Orientadora: Ângela Maria Quintão Lana  
Co-orientador: Regina Quintão Lana  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia

1. Forragem – Teses. 2. Pastagens – Teses. 3. Solos – Fertilidade – Teses. 4. Produção animal – Teses. I. Lana, Ângela Maria Quintão. II. Lana, Regina Quintão. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. IV. Título.

CDD – 633.2

Dissertação defendida e aprovada em 10 de junho de 2010 pela Comissão Examinadora constituída por:

---

Profª. Dra. Ângela Maria Quintão Lana  
Orientadora

---

Prof. Dr. Iran Borges

---

Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Fernandes

*“Um ladrão rouba um tesouro, mas não furta a inteligência. Uma crise destrói uma herança, mas não a profissão. Não importa se você não tem dinheiro, você é uma pessoa rica, pois possui o maior de todos os capitais: a sua inteligência. Invista nela. ESTUDE!”*

*Augusto Cury*

### **Dedicatória**

Dedico este trabalho à minha mãe, que acima de todo o conhecimento científico, nunca abandonou a força do poder de Deus.

Dedico ao meu pai, por acreditar na minha capacidade e por estar sempre disposto a compartilhar seu esplêndido conhecimento.

## Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado e por me conceder mais esta conquista.

À Escola de Veterinária, por mais esta formação.

Ao CNPq por fornecer minha bolsa de estudo e à FAPEMIG por custear meu projeto.

Aos meus professores e orientadores, Ângela Maria Quintão Lana e Regina Quintão Lana por contribuírem com seus ensinamentos e proporcionarem a execução desta pesquisa da melhor forma possível.

À FAZU por agrupar em minha pesquisa, profissionais indispensáveis para a realização deste trabalho. Aos funcionários do laboratório de Bromatologia Marco Antônio e Marta pelo auxílio, ensinamentos, companhia, almoços e boas risadas. Ao professor Leonardo de Oliveira Fernandes pela troca de informações. Aos estagiários Bruninha, Fábio e José pela dedicação e atenção durante a execução do mesmo.

Aos alunos de iniciação e grandes amigos da pós-graduação, Gustavo, Guilherme, Chicão, Raissa, Fred, Erika, pela doação do tempo, muitos deles nos finais de semana, para a execução deste trabalho. Com certeza eu não conseguiria sem a ajuda de vocês. Em especial o Gu, que nunca mediu esforços e o todo tempo esteve do meu lado.

À Fazenda Fidalgo por ceder o espaço e os animais para a realização deste trabalho. Um muito obrigado em especial ao proprietário Bruno Simões Dias e funcionários.

Aos professores da UFMG que ampliaram minha visão profissional e em especial o professor Iran Borges, que com carinho, dedicação e muita disciplina participou dessa minha caminhada.

Aos funcionários da UFMG, em especial Elo que sempre que possível me amparava, não só no campo profissional, mas principalmente no pessoal.

Agradeço ao meu mestre e pai Gilmar Ferreira Prado, que sempre me apoiou em tudo e me transformou na profissional que sou hoje. Agradeço à minha mãe Tânia Aparecida Alves Prado, por ser minha maior confidente e dividir comigo, ambições, incertezas e sempre ter a palavra certa na hora certa.

Aos meus irmãos Thiago e Jorge Neto pelo apoio, confiança e troca de experiências.

A toda minha família que indiretamente participaram da minha formação.

E finalmente às irmãs que a vida pôde me presentear durante este tempo em Belo Horizonte, Joyce, Érika, Luisa, Camila, Ana Luisa e Natascha. Em momentos de alegria, dificuldades, conquistas, estudos, trabalho e lazer vocês estiveram presentes e cada uma com seu jeito, fizeram de mim uma pessoa muito mais feliz pelo simples fato de saber que vocês estavam ali para o que fosse necessário. Com certeza, vocês me ensinaram o verdadeiro significado das palavras amor e amizade.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>14</b>
<b>Revisão de Literatura.....</b>	<b>14</b>
1- INTRODUÇÃO.....	14
2 – O sistema silvipastoril no contexto global.....	15
2.1 – Alternativas para produção pecuária sustentável nos trópicos.....	16
2.2 – Sistema Agroflorestal no Cerrado .....	17
2.3 - Características dos Sistemas Silvipastoris (SSP's).....	18
2.4 – Importância da avaliação da sombra no comportamento animal de bovinos.	23
3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	27
4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>39</b>
<b>Avaliação de um Sistema Silvipastoril, em um bioma do Cerrado, constituído da arbórea <i>Eucalyptus</i> (Eucalípto), nos atributos químicos do solo .....</b>	<b>39</b>
1 – INTRODUÇÃO .....	41
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	42
2.1 – Localização do sistema e principais características .....	42
2.2 – Tratamentos e Obtenção dos dados .....	43
2.3 – Variáveis Analisadas .....	45
2.4 – Análise Estatística .....	45
3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4 – CONCLUSÕES .....	54
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>58</b>
<b>Avaliação da arbórea <i>Eucalyptus</i> (Eucalípto), constituindo um sistema silvipastoril, localizado em um bioma do Cerrado, na produtividade, no índice de área foliar e valores nutritivos da forrageira.....</b>	<b>59</b>
1 – INTRODUÇÃO .....	61
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	62
2.1 – Localização do sistema e principais características .....	62
2.2 – Tratamentos e Obtenção dos dados.....	63
2.3 – Variáveis Analisadas .....	64
2.4 – Análise Estatística .....	65



3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4 – CONCLUSÕES .....	73
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>80</b>
<b>Avaliação da arbórea Eucalyptus (Eucalípto), constituindo um sistema silvipastoril, localizado em um bioma do Cerrado, na produtividade, no índice de área foliar e valores nutritivos da forrageira.....</b>	
1 – INTRODUÇÃO .....	82
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	83
2.1 – Localização do sistema e principais características .....	83
2.2 – Tratamentos e Obtenção de dados.....	84
2.3 – Análises estatísticas.....	84
3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
4 – CONCLUSÕES .....	88
5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
<b>CONCLUSÕES FINAIS .....</b>	<b>91</b>

---

## LISTA DE TABELAS

---

### **CAPÍTULO I: Revisão de Literatura** **14**

---

Tabela 1 – Peso inicial (PI) e final (PF) e ganho de peso médio diário (GMD) dos animais com sombra (SOM) e sem acesso a sombra (SOL) 24

---

### **CAPÍTULO II: Avaliação de um Sistema Silvopastoril, em bioma Cerrado, constituído da arbórea *Eucalyptus*, nos atributos do solo** **39**

---

Tabela 1 – Níveis utilizados para interpretação de fertilidade do solo segundo Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais 44

Tabela 2 – Médias de fósforo, potássio, enxofre, cálcio, magnésio e alumínio nos sistemas de silvipastoris e a pleno sol em três profundidades de solo 46

Tabela 3 – Médias de cobre, ferro, zinco, manganês, e boro nos sistemas de silvipastoris e a pleno sol em três profundidades de solo 50

Tabela 4 – Comparação de médias de matéria orgânica, soma das bases, CTC efetiva, CTC Total, Saturação por bases e saturação por alumínio nos sistemas de silvipastoris e a pleno sol em três profundidades de solo 51

---

### **CAPÍTULO III: Avaliação da arbórea *Eucalyptus*, constituindo um sistema silvipastoril, em bioma Cerrado, na produtividade, no índice de área foliar e na composição química da forrageira** **59**

---

Tabela 1- Estimativas de Médias de lignina (LIG), Matéria Mineral (MM) e Fósforo (P) nos três dias de coleta, nos dois sistemas de produção de *B. brizantha*, no ensaio realizado em Confins, ano 2009 65

Tabela 2– Comparação de médias de matéria orgânica, soma das bases, CTC efetiva, CTC Total, Saturação por bases e Saturação por alumínio nos sistemas de silvipastoris e a pleno sol em três profundidades de solo 67

Tabela 3 – Estimativas de Médias de Lignina (LIG), Matéria Mineral (MM), Extrato Etéreo (EE) e Matéria Seca (MS) nos três dias de coleta dos meses de Maio, Julho e Novembro, nos dois sistemas de produção, no ensaio realizado em Confins, ano 2009 68

Tabela 4 – Estimativas de Médias de Fibra em Detergente Ácido (FDA), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Proteína Bruta (PB) nos sistemas silvipastoril (SSP) e pleno sol (S) em dois sistemas de produção e três dias de coleta (Maio, Julho e Novembro) no ensaio realizado em Confins, ano 2009 70

Tabela 5 – Estimativas de Médias Índice de Área Folhear (IAF) e Altura (ALT) nos três dias de coleta, nos dois sistemas de produção, no ensaio realizado em Confins, ano 2009 71

Tabela 6 – Estimativas de Médias de Índice de Área Folhear (IAF), Produção de Forragem (PF) e Altura (ALT) nos três dias de coleta (Maio, Julho e Novembro), nos dois sistemas de produção, no ensaio realizado em Confins, ano 2009 72

---

---

<b>CAPÍTULO IV: Avaliação da arbórea <i>Eucalyptus</i>, constituindo um sistema silvipastoril, bioma Cerrado, no comportamento de vacas leiteira mestiças</b>	<b>80</b>
Tabela 1 – Estimativas de Médias de UM e WAT nos sistemas silvipastoril (SSP) e pleno sol (SOL) em dois sistemas de produção e três dias de coleta no ensaio realizado em Confins, ano 2009	85
Tabela 2 – Estimativas de Médias de T e RH nos três dias de coleta, nos dois sistemas de produção, no ensaio realizado em Confins, ano 2009	86
Tabela 3 - Média de tempo de ócio, ruminação (RUM) e pastejo (PAST), em minutos nos sistemas silvipastoris e a pleno sol em três dias de coleta	86

---

---

## LISTA DE FIGURAS

---

**CAPÍTULO II: Avaliação de um Sistema Silvipastoril, em um bioma do Cerrado, constituído da arbórea *Eucalyptus* (Eucalípto), nos atributos químicos do solo** 39

---

Figura 1 – Perfil da distribuição da pluviosidade antes, durante e após o período avaliado de crescimento da forrageira, na região de Confins/MG 43

---

**CAPÍTULO III: Avaliação da arbórea *Eucalyptus*, constituindo um sistema silvipastoril, em bioma Cerrado, na produtividade, no índice de área foliar e na composição química da forrageira** 59

---

Figura 1 – Perfil da distribuição da pluviosidade antes, durante e após o período avaliado de crescimento da forrageira, na região de Confins/MG 64

---

# **ATRIBUTOS DO SOLO, DA FORRAGEIRA E COMPORTAMENTO DE VACAS MESTIÇAS MANEJADAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL, EM BIOMA CERRADO**

## **RESUMO**

A degradação do ambiente tem sido consequência de intensa ação antrópica, contribuindo para a insustentabilidade econômica, social e ambiental da produção agropecuária brasileira. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o papel do sistema silvipastoril (SSP), buscando seus pontos contribuintes para a sustentabilidade da pecuária brasileira. Analisou-se a influência de um SSP, estabelecido no bioma do Cerrado, com a atuação da arbórea *Eucalyptus* (Eucalipto) e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BBM), como forrageira, nos atributos do solo, da forragem, do microclima local e no comportamento animal. A espécie arbórea do sistema estudado, influenciou a fertilidade do solo com o aumento de Magnésio (Mg), CTC, além da não interferência do Alumínio (Al) na camada mais superficial (0 – 2 cm). Com relação aos macronutrientes, houve um acréscimo de fósforo (P). A matéria orgânica (MO) apresentou-se maior no SSP. A presença do Eucalipto em pastagens de BBM não reduziu a produção de matéria seca (MS) da BBM nas três coletas realizadas. Por outro lado, as árvores influenciaram a composição mineral da forrageira, além de contribuírem para melhorar os aspectos nutricionais da forragem ao incrementar os níveis de proteína bruta (PB). Para comportamento animal, a única variável que apresentou diferença significativa foi o tempo de ócio que apresentou-se menor no sistema silvipastoril na primeira e terceira coleta, indicando uma tendência a aumentar os tempos de pastejo e ruminção no SSP.

**PALAVRAS-CHAVE:** conforto animal, degradação, impactos ambientais, pastagens, produtividade

# **ATTRIBUTES OF SOIL, FORAGE AND BEHAVIOR OF CROSSBRED COWS MANAGED IN SILVOPASTORAL SYSTEM IN THE CERRADO BIOME**

## **ABSTRACT**

Environmental degradation has been due to intense anthropic, contributing to unsustainable economic, social and environmental impacts of agricultural production in Brazil. The aim of this study was to evaluate the role of silvopastoral systems (SPS), seeking their views contributors to the sustainability of Brazilian livestock. We analyzed the influence of an SPS, established in the cerrado biome, with the performance of Eucalyptus tree (*Eucalyptus*) and *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* (BBM) as forage in the attributes of soil, forage, and the local microclimate in animal behavior. The species of the studied system, influence the soil fertility with increasing magnesium (Mg), CEC, as well as non-interference of aluminum (Al) in the superficial layer (0-2 cm). With regard to macronutrients, there was an increase of phosphorus (P). Organic matter (OM) showed a higher in the SPS. The presence of eucalyptus trees in pastures BBM did not reduce the production of dry matter (DM) of BBM in the three samples taken. Moreover, the trees affected the mineral composition of forage, and helping to improve the nutritional value of forage by increasing levels of crude protein (CP). For animal behavior, the only variable that was significantly different than the rest time was lower in the silvopastoral system in the first and third collection, indicating a tendency to increase the grazing time and ruminating on the SPS.

**KEYWORDS:** animal comfort, degradation, environmental impacts, pasture, productivity

## CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

### 1- INTRODUÇÃO

Duas grandes preocupações surgem no século XXI com significativo ressalvo tanto na comunidade científica quanto na questão social em geral, sendo estas, as conseqüências do aumento de consumo de alimentos e combustíveis e ainda a produção de alimentos, podendo ser afetadas pelas mudanças climáticas (Gregory e Ingram, 2000). Contudo, esta preocupação iniciou-se a pelo menos dois milênios, quando Columella atribuiu a infertilidade do solo ao fato das “árvores, ao serem cortadas pelo machado, param de nutrir sua mãe com a folhagem” (Izac e Sanchez, 2001).

A produção agrícola, no Brasil e no mundo, baseada na monocultura extensiva, no uso intensivo da terra e no alto consumo de insumos manufaturados, nas últimas décadas, encontra-se em grave crise socioeconômica e ambiental, apesar dos ganhos de produtividade. A degradação do solo, a redução da biodiversidade, a diminuição dos estoques de água, o aumento da emissão de gases de efeito estufa e a poluição ambiental, e mais a elevação dos preços dos insumos manufaturados, vêm acarretando na redução intensa de áreas de terras cultivadas. Isso gera a marginalização da atividade econômica de diversas regiões do mundo, por conseguinte, agrava ainda mais a exclusão social de uma grande parte da população rural.

Assim, para reverter esta situação, torna-se imperativo a adoção de um novo paradigma de produção vegetal, que é sustentado na integração dos recursos e fatores de produção, e nas interações entre os processos do sistema solo- planta. Neste segundo paradigma, é relevante, portanto, o papel dos processos biológicos na otimização da ciclagem de nutrientes e no controle de pragas e doenças em minimizar as necessidades de introduzir insumos manufaturados e maximizar a eficiência deles, possibilitando com isso a redução dos custos de produção e do seu potencial de poluição ambiental. Em áreas com maior concentração animal, há acúmulos de nutrientes no solo, erosão do solo e emissão de gases do efeito estufa. Ao passo, que as pastagens mais extensivas estão associadas ao desmatamento, compactação do solo e desertificação (Nicholson *et al.*, 2001).

A degradação da terra pode ser revertida por meio de métodos de conservação do solo, manejo adequado dos pastos, limitação das queimadas nos pastos, minimizar a exclusão social em áreas sensíveis e estabelecimento de sistemas silvipastoris (SSP's) (Steinfeld *et al.*, 2006), ou sistemas agrofloretais (SAF's) que enfatizam as funções ecológicas do sistema solo-planta para a manutenção ou melhoria da capacidade produtiva do solo, e por também prestar diversos serviços ambientais. Estes seriam instrumentos viáveis para as condições dos trópicos úmidos e subúmidos, porque são sistemas de uso sustentável da terra que combinam, de maneira simultânea ou em seqüência, a produção de cultivos agrícolas com plantações de árvores frutíferas ou florestais e, ou, animais,

utilizando a mesma unidade de terra e aplicando técnicas de manejo que são compatíveis com as práticas culturais da população local.

Países como Europa, América Latina e os Estados Unidos estão se mobilizando para difundir os SSP's como alternativa para melhor aproveitamento dos recursos naturais na produção de alimentos e material lenhoso, capaz de minimizar o uso de insumos não renováveis (Burley e Speedy, 1999). No Brasil, entretanto, os SSP's não tem sido amplamente utilizados, em virtude da carência de pesquisas e da não exploração da biodiversidade das espécies arbóreas.

As pesquisas com SSP's na região Sudeste, apesar de escassas, são ainda mais numerosas que nas outras regiões do país (Fernandes *et al.*, 2009), porém mesmo nessa região há uma concentração de trabalhos no estado de Minas Gerais, onde estes utilizam como espécie arbórea predominante *Eucalyptus sp.*, espécie florestal exótica que possui grande importância comercial no Brasil (Garcia e Andrade, 2001).

O quadro de expansão da agricultura e pecuária crescente na região do Sudeste possibilitou esta de ser considerada a localização mais acentuada de desmatamentos e, conseqüentemente, degradação de pastos em larga escala e em um curto período de tempo.

No Cerrado brasileiro, os SSP's apresentam grande potencial de utilização, já que neste bioma existem enormes áreas de pastagens desprovidas de sombreamento, pouca tradição de suplementação alimentar baseada em forragens lenhosas, deficiência nas práticas de conservação de solo, bacias leiteiras com problemas de déficit forrageiro no inverno, possibilidade de aplicação de cercas vivas e árvores de sombra para redução do estresse climático.

A manutenção de árvores, tanto no campo agrícola, como no pastoril, constitui uma contribuição para a manutenção da fertilidade natural pelo aporte contínuo de matéria orgânica e controle de erosão. Com isso, evita-se a degradação das pastagens não necessitando de novos desmatamentos para a formação de novas áreas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar um sistema silvipastoril nos atributos do solo, da forrageira, no microclima local e no comportamento animal.

## **2 – O sistema silvipastoril no contexto global**

O aumento da população mundial e, como consequência, uma grande demanda por alimentos e recursos tem sido considerada uma grande preocupação nos últimos anos. Estima-se que, até 2020, cerca de 98% do crescimento populacional ocorrerá nos países em desenvolvimento (Sanchez, 2000) e a demanda por alimentos deverá dobrar. Com um relativo aumento per capita da população, estes substituirão parte da ingestão de tubérculos por carne, o que levará a um aumento na produção deste produto (Eickhout *et al.*, 2006).

A dieta dos animais domésticos inclui ingredientes impróprios para o consumo humano, que representam em torno de 33 a 50% da ração de suínos, aves e bovinos. Logo, haverá a conversão destes subprodutos em alimentos ricos em micronutrientes, energia e



proteína. A conversão de produtos adequados para o consumo humano em uma unidade de carne seria de 0,3 para bovinos, ovinos e caprinos, 1,6 para frangos e 1,8 para suínos. Dessa forma, os ruminantes apresentam maior retorno por unidade de alimento que também pode ser consumido por humano (Nicholson *et al.*, 2001).

Em uma visão ecológica, terras agricultáveis são aquelas que possuem maior capacidade de produção de biomassa vegetal. No planeta, em torno de 1,35 bilhões de hectares dos solos mais férteis já estão sendo cultivados, dos quais 10 milhões de hectares são abandonados anualmente devido à degradação. A demanda mundial e o déficit em 1997, por pessoa era de 2,8 e 0,8 hectares, respectivamente. Este déficit implica na exploração acima da capacidade de renovação (Wackernagel *et al.*, 1999).

Ainda existem os problemas ambientais quando associados com a agricultura intensiva, como degradação dos solos, contaminações por resíduos de fertilizantes e de agrotóxicos, poluição da água e perdas na biodiversidade passam a prevalecer à medida que aumenta a demanda por alimento (Harris e Kennedy, 1999).

Outro agravante seria em relação ao desmatamento, onde os bovinos desempenham um papel essencial. De forma geral, o processo iniciou-se com a abertura de estradas para a extração de madeiras de maior valor comercial e, logo em seguida, haveria uma substituição da mata nativa pela atividade agropecuária. As pastagens extensivas são queimadas periodicamente com o objetivo de evitar a regeneração das árvores e controlar invasoras. Devido a um alto custo de fertilizantes na região raramente são utilizados para promover a produtividade das pastagens. Apesar dos esforços para manter os pastos produtivos, estes se tornam degradados entre cinco e quinze anos (Nicholson *et al.*, 2001).

A introdução de SAF's seria altamente recomendada em terras degradadas e não produtivas e em pastagens, nas quais poderia ocorrer a introdução de árvores (Schroeder, 1994). Na África, a introdução de árvores tem minimizado os efeitos da erosão que servem como quebra vento e numa escala maior, servem como uma área tampão para o processo de desertificação (Barbier, 2000).

Com relação aos animais um aspecto a ser considerado é a sombra, que além de promover o conforto térmico considerável aos animais, gera um grande incremento nos níveis de Nitrogênio (N) da forragem (Feldhake, 2001). De modo geral, sob a copa das árvores há menores flutuações na transmissão de luz, temperatura do ar e radiação fotossinteticamente ativa em relação a áreas abertas. Assim, a interferência direta na forragem sob influência destas árvores, que apresentaria menor variação sazonal, tanto quantitativamente quanto qualitativamente, em relação à forragem sombreada (Silva-Pando *et al.*, 2002).

## **2.1 – Alternativas para produção pecuária sustentável nos trópicos**

A atividade sustentável na pecuária é de grande importância no momento de escolha de tecnologias que serão capazes de contrapor ao modelo tradicional baseado na monocultura de espécies forrageiras.

De acordo com FAO (State..., 1999), considera-se uma atividade produtiva sustentável aquela que atende as necessidades presentes da humanidade, sem comprometer

a capacidade das futuras gerações de suprir suas próprias necessidades. Ou ainda, sistemas sustentáveis são aqueles que fazem o melhor uso de bens e serviços da natureza sem causar danos a eles. Sistemas agrícolas são que enfatizam estes princípios além de produzir alimentos e outros bens para a família do produtor rural e para o mercado, podem contribuir para uma série de bens públicos como água limpa, preservação da vida selvagem, armazenamento de carbono nos solos e proteção contra enchentes (Pretty *et al.*, 2003).

Para a pecuária alcance a sustentabilidade de forma eficiente, deve-se reverter a baixa capacidade de suporte, que é um dos agravantes das pastagens em processo de degradação. Alternativas como a suplementação alimentar durante a estação seca, o pastejo rotacionado, a irrigação, a adubação (Euclides Filho, 2000), além da utilização de cana-de-açúcar com uréia (Faria, 1993) e implantação dos SSP's (Castro *et al.*, 1999) podem ser utilizadas com a finalidade de melhorar o desempenho dos animais, diminuindo alguns fatores atenuantes.

A utilização de ruminantes sob florestas naturais ou não, é praticada de forma relativamente freqüente no sul e no sudeste do Brasil. Na região sul, cerca de 18 milhões de hectares de florestas foram constituídos em campos naturais. Plantios florestais estabelecidos sobre essa vegetação ficam naturalmente providos com pastagens de gramíneas, o que facilita sua utilização na forma de SSP's (Montoya *et al.*, 1994).

Na região Sudeste, pastagens bem adaptadas à região, como capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.) e o capim gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), vem sendo utilizados desde muito tempo pelos criadores, pois vegetam espontaneamente em extensas áreas com solos de fertilidade média a alta, inclusive naquelas ocupadas, hoje, com reflorestamento (Atlas..., 1974).

Porém, a prática de implantação de plantios florestais sobre os solos com problemas físicos (erosão, por exemplo) e de baixa fertilidade, como nos cerrados de São Paulo e Minas Gerais, é considerada comum. Estas terras, em sua maioria foram ocupadas inicialmente por forrageiras mais rústicas e tolerantes à seca, entre as quais destaca-se a *Brachiaria decumbens* (Schreiner, 1999).

## 2.2 – Sistema Agroflorestal no Cerrado

Sistemas agroflorestais são aqueles sistemas que envolvem espécies lenhosas perenes, como árvores e arbustos de forma consorciada com lavouras e/ou animais (Sinclair, 1999). Uma das modalidades dos sistemas agroflorestais são os silvipastoris (Nair, 1985). Diante dos impactos causados pela revolução verde, os sistemas agroflorestais têm sido cogitados pelo fato das árvores bombear nutrientes e água das camadas tidas como mais profundas para a parte mais superficial, condizendo com as raízes das plantas forrageiras. Além de facilitarem a regeneração dos recursos naturais, como a fertilidade do solo, para manter a produtividade agrícola (Singh, 2000).

Embora a maioria das pesquisas em sistemas agroflorestais, com base em Eucalipto concentre-se, atualmente no estado de Minas Gerais, a origem histórica dessa atividade remota ao antigo Serviço Florestal do Estado de São Paulo e à Companhia Paulista de

Estradas de Ferro. A primeira informação sobre sistemas agroflorestais, envolvendo esta espécie arbórea, foi registrada no trabalho de Andrade e Vecchi (1918) citado por Dubé (1999), quando relataram as experiências com a criação de ovinos em pastoreio sob florestas, realizado em São Paulo. Neste caso, o que levou à tentativa de consórcio foi à preocupação de controlar incêndios no período da seca, agravados pelo aumento do material combustível proveniente da vegetação rasteira nativa ou de invasoras, como capim gordura (*Melinis minutiflora*). Com o passar do tempo, esta espécie forrageira tornou-se dominante mesmo em florestas com 15 anos de idade.

Utilizando bovinos e ovinos que pastavam sob *Eucalyptus citriodora*, Couto *et al.* (1998), também registraram a compactação do solo, com o aumento do número de animais por unidade de área, especialmente na camada superficial do solo, até 15 cm de profundidade. Por outro lado, seus resultados mostraram também claras vantagens do uso de ovinos para minimizar esse problema.

No consórcio de árvores, é comum o questionamento sobre a melhor época para semear as forrageiras. Couro e Medeiros (1993) concluíram que o Eucalipto, no seu plantio, não tolera a sobrevivência com a *Brachiaria decumbens*, necessitando de controle pelo menos até aproximadamente os 120 dias de idade. A convivência não afetou o crescimento em altura, mas sim a massa seca de folhas e galhos, além do diâmetro e da massa seca do caule.

A tecnologia de consorciação vem sendo usada a pelo menos 1300 anos e, a utilização de arbóreas junto a sistemas agropecuários tem como objetivo aumentar a produção das lavouras, conservar o solo e servir de fonte de madeira, frutas e forragem (Sanchez, 1995), além de promover um conforto térmico para os animais, maximizando a produção dos mesmos (Carvalho, 1998).

### **2.3 - Características dos Sistemas Silvopastoris (SSP's)**

Os SSP's são caracterizados pela criação ou manejo de animais em consórcios silviagrícolas, objetivando proporcionar o sombreamento aos animais, estabilizar a produção de forragem, além de produzir lenha, e outros produtos silvícolas. Este tipo de sistema poderá evoluir economicamente em um futuro próximo em decorrência da inclusão de espécies frutíferas ou madeiráveis, de acordo com o interesse do agricultor. Com isso, estes tipos de sistemas têm papel significativo na economia familiar rural, pois são capazes de propiciar melhoria da renda dos produtores (Hernández e Benavides, 1995).

De acordo com State... (1999) os SSP's são alternativas sustentáveis para produção pecuária nos trópicos, onde se evidenciam diversos tipos de benefícios econômicos, sociais e ambientais. Carvalho *et al.*, (2001) afirmaram que a adoção de SSP's poderia resultar em benefícios potenciais para pecuária bovina em regiões tropicais e subtropicais, entre os quais estão: recuperação e desenvolvimento de áreas degradadas, promoção de sistemas de produção animal conservacionistas, preservação dos recursos naturais e melhoria das condições econômicas dos produtores rurais.

A introdução de SSP's pode ser recomendada em terras degradadas e não produtivas e em pastagens, nas quais poderia ocorrer a introdução de árvores (Schroeder, 1994). Por

meio da utilização de sistemas de policultivo e/ou agroflorestais conseguem-se reduzir as perdas devido a plantas invasoras, pragas ou doenças e otimizar o uso de água, luz e nutrientes (Altieri, 1999). Na África a introdução de árvores tem minimizado os efeitos da erosão, servem como quebra vento e numa escala maior, servem como uma área tampão para o processo de desertificação (Barbier, 2000).

Entretanto, a avaliação de SSP's, como alternativa produtiva, não pode ser medida somente com base nos coeficientes econômicos de curto prazo, como se faz na agropecuária convencional (Veiga et al., 2001), necessitando uma visão ampla e sistêmica para proceder tal análise. Para isso a utilização de coeficientes como consumo de água e energia e conservação da biodiversidade são fundamentais (Botero e Russo, 1998).

### **2.3.1 – Os benefícios do sistema silvipastoril para o meio ambiente**

Os sistemas SSP's prestam diversos benefícios ambientais. Entre eles: melhora da qualidade e quantidade de água, conservação do solo, armazenamento de carbono, preservação da biodiversidade e um clima mais agradável aos animais, melhorando a produção destes (Sherestha e Alavalapati, 2004). Estima-se que um hectare de sistema silvipastoril proveria a mesma quantidade de bens e serviços de cinco a 20 ha de árvores desmatadas (Dixon, 1995).

Os resultados obtidos pelo Sistema Agroflorestal são classificados em duas categorias. Os primeiros são de interesse imediato do produtor rural, como alimento e produtos da árvore (frutas, produtos medicinais e madeira). Outras funções não beneficiam o dono da terra imediatamente como estes, apesar de serem essenciais como os serviços ambientais (Izac e Sanchez, 2001). Estes outros são serviços prestados ao meio ambiente e também quanto à longevidade da terra em questão.

#### **2.3.1.1 - Dinâmica de água e nutrientes**

A árvore, influenciando o solo, possui maior capacidade de armazenar água, devido aos maiores conteúdos de matéria orgânica (Douglas *et al.*, 2006). Estudos desenvolvidos em áreas sob uso na agricultura familiar, em sistema rotacional com base na capoeira, vêm evidenciando a importância das raízes desta vegetação secundária. A permanência dessas raízes no solo é responsável pela formação de verdadeiras redes protetoras, reduzindo a perda de nutrientes por lixiviação (Sommer, 2000; Sommer *et al.*, 2001). Avaliações preliminares em nível de microbacia hidrográfica apontam que esta situação repetida em nível de paisagem, associada à presença de vegetação ciliar ao longo de igarapés na Amazônia Oriental, evita o repasse maciço de nutrientes para os cursos d'água (Wickel, 2004).

Kato *et al.*, (2006) estudando microbacias verificaram que o regime de vazões dos igarapés, tanto da microbacia com área triturada quanto da área queimada, são predominantemente regulados pelo volume de água subterrânea armazenada. Por sua vez, eventos de elevada precipitação ocasionam picos pontuais de descarga fluvial, retornando esta, em seguida, a níveis próximos às magnitudes de vazões habituais. Outro fator

importante é que a precipitação pluviométrica ocorrida sobre a área de mata ciliar que protege estes pequenos igarapés corresponde à variação observada nas vazões destes. Tal fato aponta para a grande importância da manutenção desta vegetação em quaisquer das situações de prática agrícola adotada.

Além do papel fundamental exercido pelas matas, protegendo os igarapés das entradas de nutrientes, originados das áreas agrícolas, via escoamento superficial e subsuperficial, Kato *et al.*, (2006) monitoraram a composição química das águas fluviais na microbacia com áreas queimadas. Esta prática de derrubada e queimada promoveu entradas adicionais significativas de cálcio e magnésio nas águas do igarapé, fato que muda as características físico químicas deste ecossistema podendo assim interferir em seu funcionamento.

Portanto, as pesquisas têm evidenciado que a técnica de preparo de área por meio de corte e trituração ocasionou menor lixiviação e perdas de nutrientes dos solos para águas subterrâneas e superficiais. Adicionalmente, observou-se que a retenção de nutrientes no perfil do solo ocorre em maior intensidade na zona de raízes, indicando o papel das raízes da capoeira em reduzir a lixiviação, por permanecerem no solo mesmo no período de cultivo.

Além das menores taxas de erosão, a cobertura vegetal favorece a infiltração de água, ou seja, 68,92% da água que atinge o solo ocupado pelo bosque, infiltra no solo, enquanto os valores para pasto e o solo sem cobertura, são 24,75% e 6,33%, respectivamente (Robledo, 2003).

A bovinocultura pode ser uma fonte de poluição de fontes de água com fósforo causando eutrofização em ecossistemas aquáticos. Os SSP's possuem o potencial de reduzir o carreamento deste mineral. Pesquisas têm comprovado que faixas de 20 a 30 metros de vegetação ripária reduzem a contaminação da água por fósforo e nitrogênio em 77% e 80%, respectivamente (Sherestha e Alavalapati, 2004).

### **2.3.1.2 - Conservação da biodiversidade**

No sistema tradicional de derrubada e queima, um sistema agroflorestal sequencial é caracterizado pela existência de duas fases no sistema, uma de cultivo agrícola entre duas fases de pousio. Esta fase é quando a vegetação secundária cresce e acumula biomassa e nutrientes que servirão para a fase de cultivo agrícola. De acordo com Baar (1997), a fase de pousio é que garante a manutenção da biodiversidade. A autora encontrou 673 espécies de plantas em capoeiras de um a dez anos de idade. Apesar da derruba e queima desta vegetação para o plantio de cultivos alimentares no período de um a dois anos, principalmente de arroz, milho, calpi e mandioca, a vegetação secundária se regenera, pois a grande maioria das espécies se dá pela rebrota dos tocos e raízes (Denich, 1991; Nunez, 1995).

A presença de árvores ainda pode servir como refúgio para uma grande variedade de espécies de aves (Nicholson *et al.*, 2001). Outro efeito já observado em áreas sombreadas é o aumento da população de pequenos artrópodes (minhocas) responsáveis pela redução na densidade do solo e aumento na macroporosidade do solo (Fisher, 1995).

### 2.3.1.3 - Sequestro de Carbono(C)

De acordo com Holscher *et al.*, (1997a), durante a queima da vegetação são perdidos 98% do C estocado na biomassa. Entre os objetivos do sistema agroflorestal é, além de uma produção sustentável de alimento, o armazenamento de C, como consequência positiva do aumento da fotossíntese pelas árvores introduzidas e pela redução da pressão por novos desmatamentos (Schoroeder, 1994). O desmatamento de floresta primária emitirá mais C que a quantidade armazenada em 25 anos ou mais por florestas plantadas. Os sistemas agroflorestais e florestas plantadas, ao fornecer madeira em áreas já desmatadas, contribuiriam com este serviço ambiental ao reduzir o desmatamento motivado por demanda de madeira por conservar o solo, quando bem manejado (Montagnini e Nair, 2004).

Quanto a lucratividade há uma certa incompatibilidade entre o armazenamento de C e a prática de SSP's. Não há como conseguir níveis máximos de eficiência em ambos ao mesmo tempo. Porém, há como fracassar simultaneamente, com a presença de terras degradadas, nas quais há pouco C armazenado e a produtividade torna-se bem reduzida. Desta forma, a solução ideal seria buscar níveis intermediários em ambos critérios (Sanchez, 2000). Com isso, as emissões de CO<sub>2</sub> seriam reduzidas principalmente por meio de mudanças no uso do solo (Nicholson *et al.*, 2001). O aumento da produtividade, tanto na agricultura quanto na pecuária, pode reduzir a emissão de gases do efeito estufa (GEE) originados do desmatamento e degradação das pastagens. Algumas medidas como plantio direto e introdução de sistemas agroflorestais armazenam mais de 1,3 toneladas de C/ha/ano.

Reis (2007), avaliando a interferência das arbóreas da espécie Ipê Felpudo nas forrageiras BBM, constatou que o SSP possui o potencial de reduzir as emissões de gases do efeito estufa (GEE), além de armazenar C nos tecidos do solo. Foi verificado maior quantidade de C armazenado nos SSP ao considerar os 2.430,78 kg ha<sup>-1</sup> de C armazenados na liteira, 13.995,04 kg ha<sup>-1</sup> de C nos tecidos vivos da arbórea e 53.110 kg de C ha<sup>-1</sup> nos solos, totalizando 69.536,42 kg ha<sup>-1</sup> de C em comparação com 61.081,25 kg ha<sup>-1</sup> de C encontrado no solo sob a monocultura. Este aparente incremento no armazenamento de C pelo SSP demonstra a possibilidade de conciliar a produção animal e a redução de GEE.

### 2.3.2 – Perspectivas quanto ao uso dos Sistemas Silvopastoris

Pesquisas envolvendo sistemas agroflorestais devem ser direcionadas em propostas junto a espécies arbóreas com mais de um propósito, visando o desempenho agrônomo, o manejo de pragas, os efeitos no solo (químicos, físicos e biológicos) e o valor nutritivo, além do conforto ao animal que possivelmente irá utilizar essa área (Burley e Speedy, 1999).

Os estudos envolvendo espécies nativas são escassos na literatura. O uso de espécies como a Bolsa de Pastor (*Zeyheria tuberculosa*) e a Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*)

estão freqüentemente ligados à produção madeireira e a recuperação e conservação de ecossistemas (Viana *et al.*, 2002).

Porém, foi relatado por Sousa *et al.*, (2007), utilizando que as pastagens onde gramíneas (BBM) consorciada com arbóreas em um SSP com arbórea Bolsa de Pastor (*Zeyheria tuberculosa*) apresentariam maior produção de proteína bruta (PB) por área e redução da amplitude térmica do ar do sistema, comprovando o potencial de utilização dessas espécies como estratos arbóreos em SSP's.

Mesmo com todas as vantagens apresentadas pelo SSP's, com principal foco de promover uma pecuária bovina ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável, principalmente em áreas tropicais, o conhecimento e utilização destes sistemas no Brasil ainda é muito limitado, pois é necessário uma mão de obra altamente qualificada para que este processo produtivo possa dar certo, inviabilizando muita das vezes para o produtor (Carvalho, 2001).

### **2.3.3 – Limitações do Sistema Silvipastoril**

Entre os maiores limitantes para a adoção do SSP estão o risco do capital e incertezas sobre o mercado. Nestes, o potencial de produção de carne supera o das pastagens não melhoradas. Entretanto, o plantio de arvores apresenta-se oneroso e dependendo do preço da carne vendida, pode não ser uma opção viável para aumentar a produção animal. Apesar dos benefícios gerados pelos sistemas agroflorestais, um fator considerado como um gargalo neste processo de implantação do sistema é o custo de estabelecimento (Jansen *et al.*, 1997). Todavia, supõe que os custos de implantação por meio de regeneração natural serão menos onerosos (Viana *et al.*, 2002).

Quando considerado em longo prazo, uma floresta plantada pode representar maior retorno financeiro em relação a pastagens. Porém, a necessidade de recursos durante o período de conversão da pecuária para a silvicultura pode inviabilizar o processo. A integração das duas atividades por meio dos SSP's podem ser uma alternativa para otimizar os ganhos econômicos a curto e longo prazo (Kallenbach *et al.*, 2006).

### **2.3.4 – Relação entre *Brachiaria brizantha* e sistemas silvipastoris**

A necessidade e importância das forrageiras tropicais na alimentação dos ruminantes é reconhecida como fator indispensável no processo produtivo no Brasil, principalmente pelo baixo custo nestas condições.

Para o sucesso de SSP's a escolha de seus componentes é de fundamental importância. No caso das espécies forrageiras não bastam apenas que sejam tolerantes ao sombreamento. É fundamental a escolha de espécies que possuam uma boa capacidade de produção, adaptadas ao manejo e ambientadas às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas (Garcia e Andrade, 2001).

Uma peculiaridade das gramíneas forrageiras é a queda de sua produtividade de forma gradativa ao longo dos anos, quando cultivadas em ambientes de Cerrado, devido a baixa fertilidade natural dos solos e da falta de reposição dos nutrientes absorvidos do

mesmo. Para a recuperação dessas pastagens, é necessária a aplicação dos nutrientes que estão deficientes, o que pode ser na maioria dos casos praticamente inviável economicamente, pelos altos custos e pela exigência de aplicações frequentes (Zimmer e Seiffert, 1983).

Observa-se ainda que as áreas de pastagens degradadas ou em degradação correspondem a 50% das pastagens brasileiras (Carvalho, 2001) e práticas de adubação das pastagens podem não dar um retorno economicamente viável (Vilas-Boas, 1991).

As forrageiras do gênero *Brachiaria* podem ser tidas como uma opção para os sistemas de produção nas regiões do cerrado, pois, toleram solos ácidos e terras de média a baixa fertilidade (Macedo, 1995).

Desenvolvido pela Embrapa Gado de Corte em 1984, o Braquiarão (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), é considerado de uso recente no Brasil. Sua expansão tem aumentado devido a uma série de fatores favoráveis inerentes a essa forrageira (Botrel *et al.*, 1998). Dentre essas características pode ser citadas: o porte vigoroso, quando comparada com as demais braquiárias, podendo atingir até 2,5 m de altura, um alto potencial poder de produção de forragem de boa qualidade, boa aceitabilidade pelos ruminantes, uma certa resistência nos períodos de seca (Nunes *et al.*, 1985) e a alta tolerância às cigarrinhas (Botrel *et al.*, 1998), embora tal espécie exija solos mais férteis (Valentim *et al.*, 2000).

Sob sombreamento, a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é uma das gramíneas que têm obtido melhor desempenho produtivo (Carvalho *et al.*, 1997; Andrade *et al.*, 2001). Porém, de acordo com Dias-Filho e Carvalho (2000), sua baixa adaptação ao excesso de água no solo provoca a morte de touceiras quando plantadas em solos de baixa permeabilidade, característicos da região amazônica, podendo levar a um processo de degradação. Já nos solos do Cerrado não ocorre esse problema, pois, o solo possui boa capacidade de drenagem (Carvalho *et al.*, 1997).

Ao avaliarem a capacidade produtiva da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em SSP's com 74% de sombreamento, na estação chuvosa, Souza *et al.* (2007) e Moreira *et al.* (2009) observaram que nestas condições esta gramínea obteve uma produtividade inferior a mesma cultivada a pleno sol, ressaltando-se que o sombreamento experimental de 74% foi considerado muito intenso para esta forragem.

#### **2.4 – Importância da avaliação da sombra no comportamento animal de bovinos**

O comportamento dos animais está intimamente ligado à funcionalidade do seu sistema nervoso central, órgãos dos sentidos, sistema endócrino, locomotor e digestório. O estudo do comportamento animal, associando aos aspectos ecológicos e bioclimáticos, contribui para adequação do manejo e seleção de rebanhos, quando relacionados com a adaptação de um determinado animal ou espécie (Dawkins, 1989). Por sua vez, o conhecimento do comportamento dos animais é essencial para a obtenção de condições ótimas de criação e alimentação (Cunningham, 1993).

A adequada manutenção do ambiente térmico traz benefícios à produção animal, aumentando a produtividade e a eficiência na utilização dos alimentos. Dentre os métodos



usados para promover melhorias no ambiente, pode-se citar o sombreamento nas pastagens e a oferta adequada de água (Silva, 2000).

O sombreamento nas pastagens pode reduzir a carga térmica radiante em 30% ou mais. Assim, em ambientes quentes, com alta incidência de radiação solar, deve-se proporcionar sombra aos animais, reduzindo o aquecimento corporal e facilitando a termorregulação. O sombreamento é benéfico e recomendado em climas quentes, pois favorece a perda de calor e a regulação da temperatura corporal (Silva, 2000).

Os animais procuram as sombras nas horas mais quentes do dia e, se este recurso estiver à disposição, suas necessidades serão atendidas, devendo ter sombra suficiente para abrigar todos os animais ao mesmo tempo e a qualquer hora do dia (Marques *et al.*, 2007).

A necessidade por sombra depende, dentre outros fatores, da intensidade de radiação solar e da capacidade de adaptação do animal ao calor (Silva 2000).

As sombras ainda podem ser classificadas em natural ou artificial e dentre as artificiais, temos as sólidas e as de rede plástica (sombrites), sendo estas mais indicadas para regiões onde existe uma estação quente definida e podem ser adotados manejo estratégico ou semi-estabulação. Estas ainda oferecem diferentes porcentagens de sombra, possuem uma altura mínima necessária de 3 m com pequena inclinação para se evitar um acúmulo de água da chuva, produzindo excesso de umidade no solo (Carareto, 2008).

Segundo Valverde (2001) e Ortêncio-Filho (2001) altas temperaturas e umidade relativa elevada podem causar redução de ingestão de alimento em até 30%, isto se torna mais severa para dietas com grandes quantidades de volumosos.

A sombra, em sistemas de criação intensiva, é de fundamental importância sendo procurada pelos animais durante o verão. Sua importância é caracterizada por ser este o caminho efetivo para os animais perderem calor e regularem sua temperatura corporal (Silva, 2003). Todavia, o acesso a essa não influenciou o desempenho dos animais em confinamento (20 animais mestiços ½ Nelores X ½ Charolês, não castrados com peso médio de 346,1 kg e idade média de 16 meses), onde apresentaram ganhos de pesos semelhantes (Tabela 1). Esses podem estar ligados a outros fatores limitantes do desempenho, como a alta precipitação pluviométrica ocorrida durante o período experimental (Marques *et al.*, 2007).

Tabela 1 - Peso inicial (PI) e final (PF) e ganho de peso médio diário (GMD) dos animais com sombra (SOM) e sem acesso a sombra (SOL)

Variáveis (kg)	SOM	SOL	CV(%)
PI	349,9	342,3	6,6
PF	452,0	444,5	5,0
GM	1,2	1,2	19,8

Fonte: Marques *et al.*, 2008

A sombra utilizada neste experimento foi do tipo artificial, constituída por uma cobertura de tela de polietileno com 70% de proteção contra radiação solar, disposta a três

metros de altura com área de  $8\text{m}^2$  por animal, sendo que esta cobertura ficou disposta sempre próxima do bebedouro (Marques *et al.*, 2008).

As pastagens sombreadas por arbóreas apresentam algumas vantagens a ser consideradas. Além de promover o conforto térmico maior aos animais, agem como elementos promotores da renovação do oxigênio do ar, através do processo de fotossíntese, reduzem a poeira e amenizam a poluição até mesmo sonora. Além disso, proporciona proteção contra o sol e ventos excessivos, contribuindo, com sua sombra, na redução da temperatura ambiente, absorvendo raios solares e refrigerando os locais, pela quantidade de água transpirada por suas folhas (Carareto, 2008).

Segundo Carareto (2008), quando em céu aberto a sensação térmica estiver entre 36 e 40° C, na sombra natural estará entre 26 e 32° C. Do ponto de vista da lucratividade da propriedade e o meio ambiente, a sombra natural também traz vantagens, como controle de erosão e melhoramento da fertilidade do solo; melhor aproveitamento da água das chuvas, aumento valor nutritivo das pastagens e auxilia no controle de geadas.

De acordo com Carareto (2008), o ideal seria trabalhar com espaçamentos ajustados para cada espécie, tipo de copa e hábito de crescimento. Mas isto implica em dificuldades práticas no campo. Uma opção seria o plantio com espaçamento menor, tanto na linha como entre linha, seguido por um desbaste. Este modelo atende a obtenção de madeira (locais com mercado para madeira fina). A segunda opção é o plantio já com o espaçamento final definido. Neste caso, o espaçamento é maior, em torno de  $120\text{m}^2/\text{árvore}$ . No entanto, não se deve fazer o plantio com o número final de árvores pretendido, uma vez que pode haver morte de mudas e árvores ao longo do tempo. Um arranjo que se tem mostrado bastante eficiente é o que se estabiliza com uma cobertura total da área dada pela projeção vertical das copas, de 20 a 25% da área total. Uma planta que apresenta copa estreita quando jovem e ampla quando adulta, deve ser plantada em maior quantidade quando jovem e desbastadas posteriormente.

Os animais procuram selecionar sombras de maior densidade (Bennett *et al.*, 1985). Segundo a literatura, no inverno a radiação solar não constitui um fator de desconforto para os animais, uma vez que a tendência dos mesmos preferirem ficar ao sol, com exceção quando estão na posição em pé, ruminando ou em ócio. Ao contrário, quando se compara a porcentagem total do tempo em que os animais utilizaram a sombra no verão e no inverno, verifica-se preferirem a sombra durante a estação quente do ano (Pires *et al.*, 2001). Por isso, a provisão de sombra pode constituir em elemento essencial para melhorar o conforto dos animais.

#### **2.4.1 – Alguns aspectos para avaliação do comportamento animal em SSP**

O animal em pastejo está sob o efeito de muitos fatores, que podem influenciar a ingestão de forragem; entre eles, sobressai a oportunidade de selecionar a dieta, pois o pastejo seletivo permite compensar a baixa qualidade de forragem, permitindo a ingestão de partes mais nutritivas das plantas (Modesto *et al.*, 2004). Entretanto, o comportamento seletivo promove aumento no tempo total de pastejo.

Segundo Minson e Wilson (1994) há uma série de características ligadas à ingestão de forragens, ou melhor, características químico-bromatológicas, físico-anatômicas e de cinética digestiva que favorece ou não o consumo pelos animais.

Farinatti *et al.*, (2004), avaliando o comportamento de pastejo de vacas holandesas no terço final da lactação em pastagem natural do Rio Grande do Sul, observaram tempo de pastejo variando entre 8,28 e 9,83 horas, de acordo com a estrutura da pastagem.

Silva *et al.*, (2004), avaliando o comportamento ingestivo de novilhas  $\frac{3}{4}$  Holandês x Zebu em pastagem de *Braquiaria decumbens* com níveis de suplementação no cocho encontraram tempos de pastejo variando entre 10,35 e 11,03 horas.

A atividade de ruminação em animais adultos ocupa em torno de 8 horas por dia com variações entre quatro e nove horas, divididas em 15 a 20 períodos (Van Soest, 1994). Esse comportamento é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos alimentos volumosos. Entretanto, Welch e Hooper (1982) afirmam que o aumento de fibra indigestível não incrementa a ruminação por mais de 9 horas/dia. Já o ócio e as atividades que não incluem a alimentação e ruminação perfazem cerca de 10 horas (Albright, 1993), com variações entre nove e doze horas por dia (Orr *et al.*, 2001).

Durante as épocas de inverno, os animais passam mais tempo ruminando em relação às épocas de verão (Shultz, 1983). Damasceno *et al.*, (1999) verificaram que há uma preferência dos animais em ruminar deitados, principalmente nos períodos fora das horas mais quentes do dia. Sendo assim, as maiores frequências de ruminação ocorrem entre 22h e 5h horas e as maiores frequências de ócio ocorrem normalmente, entre 11h e 14h.

Brustolin *et al.*, (2000) verificaram tempo de ruminação em bezerros de 6,05h. Farinatti *et al.*, (2004), avaliando o hábito de pastejo em pastagem natural, observaram que a taxa de ruminação variou entre 5,23 e 9,88h e de ócio variou entre 3,76 e 6,86h.

Admitindo-se que, em situação de pastejo, o bocado é a unidade básica para obtenção de nutrientes. Carvalho *et al.* (2000) sintetizaram o processo de pastejo em três etapas, não necessariamente excludentes: a) tempo de procura pelo bocado; b) tempo para a ação do bocado e c) tempo para a manipulação do bocado.

A medida da taxa de bocadas estima com que facilidades ocorrem apreensões de forragem, o que, aliado ao tempo dedicado pelo animal ao processo de pastejo, bem como a profundidade e massa de bocados, integram relações planta-animal responsáveis por determinada quantidade consumida (Trevisan *et al.*, 2004)

Sarmiento (2003), avaliando o comportamento ingestivo de novilhas das raças Nelore e Canchim em pastagem de capim-marandu com alturas variando entre 10 e 40 cm, observou que a taxa de bocado é variável em função da altura do dossel forrageiro, sendo que na altura de 30 cm ao valor foi de 23,8 bocados por minuto. Já Silva *et al.*, (2004), avaliando o comportamento ingestivo de novilhas  $\frac{3}{4}$  Holandês x Zebu em pastagem de *Brachiaria decumbens* com níveis de suplementação no cocho, encontraram tempos de pastejo variando entre 10,35 e 11,03 horas.

Até certo ponto os animais têm a capacidade de aumentar a taxa de bocados ou o tempo de pastejo para apreender maior quantidade de forragem em um pasto com estrutura de difícil apreensão (muito alto ou muito baixo). Porém, em um determinado ponto que o gasto energético do animal não compensa o gasto de energia para colher a forragem e há

queda no ganho de peso dos animais. Por conseguinte, deve-se aplicar um manejo do pasto que permita uma estrutura que viabilize o máximo possível a colheita da forragem pelos animais e que não comprometa o dossel forrageiro (Zanine, 2006).

### **3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Políticas e utilização de tecnologias inadequadas contribuem consideravelmente para a insustentabilidade econômica, social e ambiental da produção agropecuária brasileira. Os SSP surgem como uma opção sustentável para restabelecer o equilíbrio entre estes três segmentos e atender às demandas da atualidade. Há ainda, necessidade de políticas públicas mais intensas que incentivem a adoção destes sistemas.

#### 4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, J.L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.2, p.485-498, 1993.

ALTIERI, M.A. Applying agroecology to enhance the productivity of peasant farming systems in Latin America. *Environment Development and Sustainability*, v.1, p.197-217, 1999.

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. et al. Desempenho de gramíneas forrageiras e do estilosantes cv. Mineirão em sistemas agrossilvipastoris com eucalipto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba-SP. *Anais...* São Paulo-SP: SBZ,2001. 1 CD-ROM.

ATLAS do zoneamento econômico florestal do Estado de São Paulo, São Paulo-Brasil: Instituto Florestal, 1974. 32p.

BAAR, R. Tecnologia mecanizada em prepare de área sem queima no nordeste paraense. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 107p. Tese (Dissertação de Agronomia) – Universidade de Santa Maria, 1997.

BARBIER, E.B. The economic linkages between rural poverty and land degradation: some evidence from Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.82, p.355-370, 2000.

BENNETT, I. L.; FINCH, V. A.; HOLMES, C. R. Time spend in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 13, p. 227-236, 1985.

BOTREL, M. de A.; NOVAES, L.P.N.; ALVIM, M.J. Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais. Juiz de Fora-MG: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 35p. (EMBRAPA-CPNPGL, Documentos,66).

BRUSTOLIN, K.D.; QUADROS, F.L.F.; VIÉGAS, J.; GABBI, A.M.; CARLOTTO, S.B.; FONTOURAS, P.G.; ZIECH, M.F.; PIUCOS, M.A.; MENIN, M.N.; MORAIS, R.S. Comportamento ingestivo de bezerros em pastagem de aveia e azevém ou suplementados com e sem promotor de crescimento. In: XLI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. *Anais...* Viçosa, MG, 2000.

BURLEY, J.; SPEEDY, A.W. Investigación agroforestal: perspectivas globales. In: MÉNDES, M.R.; SANCHEZ, M.D. (Ed.) *Agroforesteria para la producción animal en América Latina*. Roma – Italia: FAO, 1999. P.37-52.

CARARETO, R. Sombras para bovinos: parte 1, 2 e 3. Publicado em: 28/03/2008. [http://www.milkpoint.com.br/sombras-para-bovinos-parte\\_3\\_noticia\\_43833\\_61\\_186\\_.aspx](http://www.milkpoint.com.br/sombras-para-bovinos-parte_3_noticia_43833_61_186_.aspx). Acessado em 15/03/2010.

CARVALHO, M. M. Arborização em pastagens cultivadas. Juiz de Fora: *EMBRAPA-CNPGL*, n. 64, 37 p. 1998.

CARVALHO, M.M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 3., 2001, Juiz de Fora – MG. *Anais...* Juiz de Fora – MG: EMBRAPA – CNPGL, 2001. p.85-107.

CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. *Sistemas silvipastoris: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora – MG: EMBRAPA – CNPGL, 2001. p. 414.

CARVALHO, M.M.; SILVA, J.L.O.; CAMPOS JUNIOR, B.A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico vermelho. *Ver. Bras. Zootec.*, v.26, n.2, p213-218, 1997.

CARVALHO, P.C.F., POLI, C.H.E.C., NABINGER, C., MORAES, A. Comportamento ingestivo de bovinos em pastejo e sua relação com a estrutura da pastagem. In: FERRAZ, J.B.S. (Ed). *PECUÁRIA 2000: A PECUÁRIA DE CORTE NO III MILÊNIO*. Pirassununga. *Anais...* 2000. CD ROM.

CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; FREITAS FILHO, A. *Manual de capacitação em análise de cadeias produtivas*. Florianópolis: UFSC; Brasília,DF: Embrapa, 1999.

COUTO, L.; GARCIA, R.; BARROS, N.F. de; GOMES, J.M.; SANTOS, G.P.; ALMEIDA, J.C.C. *Redução do custo de reflorestamento no Vale do Rio Doce em Minas Gerais por meio da utilização de sistemas silvopastoris: gado bovino em eucaliptal a ser explorado*. Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 28p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 26).

COUTO, L.; MEDEIROS, A.G.B. Efeito do período de controle de convivência da braquiaria no estabelecimento da cultura do eucalipto. In: Congresso Florestal Brasileiro. *Anais...* Curitiba: SBS/SBEF, 1993. 1:277-280.

CUNNINGHAM, J.G. *Tratado de Fisiologia Veterinária*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S. A., 454 p. 1993.

DAMASCENO, J.C., JUNIOR, F.B.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas holandesas com acesso a sombra constante ou limitada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n. 34, p. 709-715, 1999.

DAWKINS, M. S. *Explicando o comportamento animal*. São Paulo: Manole, 159p. 1989.  
DENICH, M. Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira. Eschborn, *EMBRAPA/CPATU-GTZ*, 1991. p. 284.

DIAS-FILHO, M.B.; CARVALHO, C.J.R. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. To flooding. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.35, n.10, p.1959-1966, 2000.  
DIXON, R.K. Agroforestry: sources or sinks of greenhouse gases? *Agroforestry Systems*, v.31, p.99-116, 1995.

DOUGLAS, G.B.; WALCROFT, A.S.; HURST, S.E.; POTTER, J.F.; FOOTE, A.G.; FUNG, L.E.; EDWARDS, W.R.N.; VAN DEN DUSSED, C. Interactions between widely spaced young poplars (*Populus* spp.) and the understorey environment. *Agroforestry Systems*, v.67, p.177-186, 2006.

DUBÉ, F. Estudos técnicos e econômicos de sistemas agroflorestais com *Eucalyptus sp.* no Noroeste do Estado de Minas Gerais: O caso da Companhia Mineira de Metais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 109p. Tese (Dissertação em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1999).

EICKHOUT, B.; BOUWMAN, A.F.; VAN ZEIJTS, H. The role of nitrogen in world food production and environmental sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.116, p.4-14, 2006.

EUCLIDES FILHO, K. A empresa gado de corte e a produção de carne de qualidade, Campo Grande – MS, abr. 2000. n.36. Disponível em <[www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD36.html#a%20pecuaria](http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD36.html#a%20pecuaria)>. Acessado em: 07 abril 2010.

FARIA, V.P. O uso da cana de açúcar para bovinos no Brasil In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba – SP *Anais...* Piracicaba – SP: ESALQ – USP, 1993. p.01-16.

FARINATTI, L.H.; POLI, C.H.A. C.; MONKS, P.L.; FISCHER, V. CELLA JÚNIOR, A.; VARELA, M. GABANA, G.; SONEGO, E.; CAMPOS, F.S. Comportamento ingestivo de vacas holandesas em sistemas de produção de leite a pasto na região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: XLI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. *Anais...* Campo Grande, MS, 2004. CDROM.

FELDHAKE, C.M. Microclimate of a natural pasture under planted *Robinia pseudoacacia* in central Appalachia, West Virginia. *Agroforestry Systems*, v.53, p.297-303, 2001.

FERNANDES, D.C.C.; CHAVES, S.S.F.; FREITAS, D.R. et al. Meta-análise quantitativa da produção bibliográfica dos Sistemas de Integração Agropecuária. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá-PR. *Anais...* Maringá-PR: SBZ, 2009, 1 CD-ROM.

FISHER, R.F. Amelioration of degraded rain Forest soils by plantation of native trees. *Soil Science Society of American Journal*, v.59, 1995.



GARCIA, R.; ANDRADE, C.M.S. Sistemas silvipastoris na Região Sudeste In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Ed.) *Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora – MG: EMBRAPA-CNPGL, 2001. Cap.10, p.173-187.

GREGORY, P.J.; INGRAM, J.S.I. Food and forestry: global change and global challenges. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.82, p.1-2, 2000.

HARRIS, J.M.; KENNEDY, S. Carrying capacity in agriculture: global and regional issues. *Ecological Economics*, v.29, p.443-461, 1999.

HERNÁNDEZ, S.; BENAVIDES, J. Potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios de El Péten, Guatemala. *Agrof. Am.*, v.2, n.6, p.15-22, 1995.

HOLSCHER, D. *et al.*, Dynamic of soil chemical parameters in shifting agriculture in the Eastern Amazon. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 66:153-163, 1997a.

IZAC, A.M.;N.; SANCHEZ, P.A. Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research. *Agriculture Systems*, v.69, p.5-25, 2001.

JANSEN, H.G.P.; IBRAHIM, M.A.; NIEUWENHUYSE, A.; MANNETJE, L.; JOENJE, M.; ABARCA, S. The economics of improved pasture and silvopastoral technologies in the Atlantic Zone of Costa Rica. *Tropical Grasslands*, v.31, p.588-598, 1997.

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

KATO, O.R. *et al.* Uso de Agroflorestas no Manejo de Florestas Secundárias. In: *Sistemas Agroflorestais: Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável*, 1ª Edição, Campos dos Goytacazes-RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, n.32, 1995, Brasília. *Anais...* Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 26.

MARQUES, J. A.; ITO, R. H.; ZAWADZKI, F. *et al.* Comportamento ingestivo de tourinhos confinados com ou sem acesso à sombra. *Campo Dig.*, Campo Mourão, v.2, n.1, p. 43-49, 2007.

MINSON, D. J.; WILSON, J. R. Prediction of intake as an element of forage quality. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY; FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION. *American Society of Agronomy*, Madison, Wisconsin, p. 180, 1994.

MODESTO, E. C.; TEIXEIRA, M. C.; ANDRADE, P. B.; BOZZI, R.; MOURA, A. A. A.; MORENO, G. M. B.; CASIMIRO, M. Comportamento de novilhas suplementadas a pasto no semi-árido nordestino. In: XLI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. *Anais...* Campo Grande –MS, 2004, CD-ROOM.

MONTAGNINI, F.; NAIR, P.K.R. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, v.61, p.281-295, 2004.

MONTOYA, L.J.; MEDRADO, M.J.S.; MASCHIO, L.M.A. Aspectos de arborização de pastagens e viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., 1994, Colombo-PR. *Anais...* Colombo-PR: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p.157-172.

MOREIRA, G.R.; SALIBA, E.O.S; MAURÍCIO, R.M. *et al.* Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistemas silvipastoris. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, n.3, p.706-713, 2009.

NAIR, P.K.R. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, v. 3, p.97-128, 1985.

NICHOLSON, C.F.; BLAKE, R.W.; REID, R.S.; SCHELHAS, J. Environmental impacts of livestock in the developing world, *Environment*, v.43, n.2, p. 7-17, 2001.

NUNES, L.G.; BOOCK, A.; PEDREIRA, C.G.S. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. 2.ed. Campo Grande-MS: EMBRAPA-CNPGC, 1985. 31p. (EMBRAPA-CNPGC, Documentos, 21).

NUNEZ, J.B.H. Fitomassa e estoque e bioelementos das diversas fases da vegetação secundária, provenientes de diferentes sistemas de uso da terra no nordeste paraense, Brasil. Belém: PA: Universidade Federal do Pará, 1995. 184p. Tese (Dissertação em Agronomia) – Universidade Federal do Pará, 1995.

ORR, R.J.S. et al. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. *Grass and Forage Science*, v.56, n.35, p. 352-361, 2001.

ORTÊNCIO FILHO, H.; BARBOSA, R. O.; SAKAGUTI, E. S. Efeito da sombra natural e da tosquia no comportamento de ovelhas da raça Texel e Hampshire ao longo do período diurno, no Noroeste do Estado Paranaense: *Revista Acta Scientiarum*. Maringá, v. 23 n, 4. p. 981- 993, 2001.

PIRES, M de F.A.; VILELA, D.; ALVIM, M.J. Comportamento alimentar de vacas holandesas em sistemas de pastagens ou em confinamento. *Embrapa Gado de Leite. Instrução Técnica para o Produtor de Leite*, 50. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2p. 2001.

PRETTY, J.N.; MORISON, J.I.L.; HINE, R.E. Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.95, p.217-234, 2003.

REIS, G.L. Influência de um Sistema Silvopastoril estabelecido no bioma Cerrado sobre a Ciclagem de nutrientes, atributos do solo, da forrageira e do armazenamento de Carbono, Brasil. Belo Horizonte: MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 102p. Tese (Dissertação em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

ROBLEDO, W.L.H. *Pago de servicios ambientales para la implementación de sistemas agroforestales en áreas críticas de las cuencas generadoras de energía eléctrica María Linda y Los Esclavos. Guatemala.* 2003. 93f. Dissertação(Mestrado)- Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza; Turrialba, Costa Rica.

SANCHEZ, P.A. Linking climate change research with food security and poverty reduction in the tropics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.82, p.371-383, 2000.

SANCHEZ, P.A. Science in agroforestry. *Agroforestry Systems*. v.30, p.5-55, 1995.

SARMENTO, D.O.L. *Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua.* Piracicaba, 2003. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

SCHREINER, H.G. Viabilidade de um sistema silvipastoril em solo de areia quartzosa no estado de São Paulo. *Boletim de Pesquisa Florestal*, v.17, n.1, p.33-38, 1999.

SCHROEDER, P. Carbon storage benefits of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, v.27, p.89-97, 1994.

SHRESTHA, R.K.; ALAVALAPATI, J.R.R. Valuing environmental services of silvopasture practice: a case study of the Lake Okeechobee watershed in Florida. *Ecological Economics*, v.49, p.349-359, 2004.

SHULTZ, T.A. 1983. Weather and shade effects on cow corral activities. *Journal of Dairy Science*, 67: 868-873.

SILVA, R. G. *Introdução à Bioclimatologia animal.* São Paulo: Editora Nobel., 286 p. 2000.

SILVA, R. G. *Introdução à Bioclimatologia animal.* São Paulo: Editora Nobel., 286 p. 2003.

SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; FRANCO, I. L.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P.; PINHEIRO, A.A. Comportamento ingestivo de novilhas recebendo diferentes níveis de suplementação em pastejo, 2, aspectos comportamentais. In: II GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY. *Proceedings...* Curitiba, 2004, CD-ROOM.

SILVA-PANDO, F.J.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P.; ROZADOS-LORENZO, M.J. Pasture production in a silvipastoral system in relation with microclimate variables in the atlantic coast of Spain. *Agroforestry Systems*, v.56, p. 203-211, 2002.

SINCLAIR, F.L. A general classification of agroforestry practice. *Agroforestry Systems*, v.46, p.161-180, 1999.

SINGH, R.B. Environmental consequences of agricultural development: a case study from the Green Revolution state of Haryana, India. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.82, p.97-103, 2000.

SOMMER, R. Water and nutrient balance in deep soils under shifting cultivation with and without burning in the Eastern Amazon. Cuvillier, Gottingen, Germany, 2000. 240p.

SOMMER, R., et al., Water and nutrient balance under slash-and-burn agriculture in the Eastern Amazon, Brazil – The role of a deep rooting fallow vegetation. In.: International Plant Nutrition Colloquium Food Security and Sustainability of Agro-ecosystems, 14, 2001. *Proceedings...*, 2001. P. 1014-1015.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoral. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.

STATE of the World's Forest. Rome-Italy:FAO, 1999. 154p.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; HAAN, C. Livestock's long shadow: environmental issues and options [Roma, Itália], 2006. Disponível em <<http://www.virtualcentre.org>> Acesso em 18 de abril, 2010.

TREVISAN, N.B.; QUADROS, F.L.F.; CORADINI, F.S.; BANDINELLI, D.G.; MARTINS, C.E.N.; SIMÕES, L.F.C.; MAIXNER, A.R.; PIRES, D.R.F. Comportamento ingestivo de novilhos de corte em pastagem de aveia preta e azevém com níveis distintos de folhas verdes. *Revista Ciência Rural*, v.34, n.5, p.1543-1548, 2004.

VALENTIM, J.F.; AMARAL, E.F.; MELO, A.W.F. *Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de Brachiaria brizantha no Acre*. Rio Branco-AC: EMBRAPA-CPAF Acre, 2000. 26p. (Boletim de Pesquisa, 29).

VALVERDE, C. C. *250 maneiras de formular rações*. Ed Valentim, 2001. 121p.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell:Ithaca, 1994. 476p.

VEIGA, J.B.; ALVES, C.P.; MARQUES, L.C.T. et al. Sistemas silvipastis na Amazônia Oriental. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Ed.) *Sistemas silvipastoris: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora-MG: EMBRAPA-CNPGL/FAO. 2001. 414p.

VIANA, V.M.; MAURÍCIO, R.M.; MATTA-MACHADO, R. et al. Manejo de la regeneración natural de especies nativas para la formación de sistemas silvopastoriles em las zonas de bosques secos del sureste de Brasil, *Agroforestería de las Américas*, v.9, n.33-34, p.48-52, 2002.

VILAS BOAS, O. *Uma breve descrição dos sistemas agroflorestais na América Latina*. São Paulo-Brasil, n.8, p.1-16, 1991. (1F. Série Registros).

WACKERNAGEL, M.; ONISTO, L.; BELLO, P.; LINARES, A.C.; FALFÁN, I.S.L.; GARCÍA, M.G.S. National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*, v.29, p.375-390, 1999.

WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion de alimentos y agua. In: CHURCH, D.C. *El ruminante: fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza : Acribia, 1982. Cap.5, p.117-126. ruminante: fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza : Acribia, 1982. Cap.5, p.117-126.

WICKEL, B. Water and nutrient dynamics of a humid tropical watershed in Eastern Amazonia. Center of Development Research, University of Bonn, *Thesis of Doctor. Ecology and Development Series*, n. 21, 135p, 2004.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M; DANIELE, D.J. Tempo de pastejo, ócio, ruminação e taxa de bocadas de bovinos em pastagens de diferentes estruturas morfológicas. *Revista Eletrônica de Veterinária REDVET*, volume VII, número 01, 2006.

ZIMMER, H.A.; SEIFFERT, N.F. Consorciação de *Urochloa decumbens* cv. Basislik com *Calopogonium mucunoides*. Comunicado Técnico. n.18, 1983 [online]. Disponível em: <[HTTP://www.cnpqc.embrapa.br/tecnologias/publicações/cot/COT18.html](http://www.cnpqc.embrapa.br/tecnologias/publicações/cot/COT18.html)> Acessado em: 09 abril, 2010.

## CAPÍTULO II

### **AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA SILVIPASTORIL, EM BIOMA CERRADO, CONSTITUÍDO DA ARBÓREA EUCALYPTUS, NOS ATRIBUTOS DO SOLO**

#### **RESUMO**

Avaliou-se a interferência de um sistema silvipastoril SSP em Confins/MG, estabelecido no bioma do Cerrado, com a atuação da arbórea *Eucalyptus* (Eucalipto) e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BBM), nos atributos químicos do solo. O sistema possui uma área com 150 árvores/hectare. O tratamento controle foi uma pastagem adjacente ao SSP formada com a mesma forrageira presente do sistema arborizado, entretanto, sem influência das árvores. Em Maio de 2009 foram realizadas 12 coletas por sistema nas seguintes profundidades: 0 – 2, 2 – 10 e 10 – 20 cm. Constatou-se o potencial das árvores ao contribuir com a manutenção da fertilidade, principalmente com os níveis de Magnésio (Mg), Fósforo (P), capacidade de troca catiônica total ou a pH 7 (CTC total) e matéria orgânica (MO), além da não interferência do Alumínio (Al) na camada mais superficial (0 – 2 cm). Uma correta manutenção da fertilidade presente no solo, por meio das arbóreas ou fertilização química, associada ao ajuste de carga animal, é considerada uma ferramenta de grande utilidade para prevenção da degradação das pastagens e o desmatamento de novas áreas para atividades pecuárias. Entretanto, há necessidade de mais estudos que avaliem a influência de outras espécies de árvores em diferentes condições, como por exemplo, diversificando a densidade e o consórcio de espécies arbóreas, sobre a fertilidade dos solos em SSP.

**PALAVRAS-CHAVE:** árvores, degradação, produtividade, solo, sustentabilidade



## **EVALUATION OF A SILVOPASTORAL SYSTEM IN THE CERRADO BIOME, CONSISTING OF EUCALYPTUS TREES IN SOIL ATTRIBUTES**

### **ABSTRACT**

We evaluated the interference of a silvopastoral system SPS in Confins /MG, established in the cerrado biome, with the performance of Eucalyptus tree (Eucalyptus) and Brachiaria brizantha cv. Marandu (BBM) in soil chemical properties. The system has an area of 150 trees per hectare. The control treatment was a pasture adjacent to the SPS formed with the same forage trees present system, however, without influence from the trees. On May 12, 2009 were collected by the system in the following depths: 0-2, 2-10 and 10 - 20 cm. It was noted the potential of trees to contribute to the maintenance of fertility, especially with the levels of magnesium (Mg), phosphorus (P), total cation exchange capacity or pH 7 (total CEC) and organic matter (OM) addition of non-interference of aluminum (Al) in the superficial layer (0-2 cm). Proper maintenance of fertility in the soil, through the trees or chemical fertilizer, coupled with the adjustment of stocking rate, is considered a valuable tool for prevention of pasture degradation and deforestation of new areas for livestock. However, there is need for more studies to evaluate the influence of other tree species under different conditions, such as diversifying the consortium and the density of tree species on soil fertility in SSP.

**KEYWORDS:** trees, degradation, productivity, soil, sustainability

## 1 – INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios nas regiões tropicais é desenvolver sistemas de produção vegetal e animal que possam manter a alta produtividade e a sustentabilidade ambiental. De modo geral, nestes sistemas, há predominância de solos muito intemperizados, que necessitam de tratamentos conservacionistas para manter e melhorar a qualidade dos componentes do meio.

O solo é um importante recurso da natureza com a capacidade de realizar várias funções que exercem influência sobre os constituintes do ambiente. Quando se apresenta em bom estado de conservação e exprime certa qualidade, contribui muito para a sua sustentabilidade. Segundo Doran e Parkin (1994), a qualidade do solo é expressa quando este funciona dentro dos limites de um ecossistema natural, de modo a sustentar a produção biológica, promover a saúde dos animais e das plantas, e manter a qualidade do meio ambiente. Geralmente é determinada por um conjunto de atributos físicos, químicos e biológicos, que representam as diferentes características do solo e que influenciam suas diversas funções.

No ecossistema das pastagens, o solo pode ser considerado como um elemento determinante para o crescimento das gramíneas, pois os seus atributos físicos e químicos atuam diretamente no processo de estabelecimento e desenvolvimento destas plantas. O pisoteio dos animais pode afetar os atributos físicos do solo pela deformação de sua estrutura, promover mudanças na densidade e porosidade, influir na resistência mecânica à penetração e até provocar a compactação do solo. Por outro lado, o conteúdo orgânico pode melhorar a estabilidade dos agregados e ter relevância nos atributos químicos dos solos tropicais.

Em geral, solos tropicais possuem baixa fertilidade e a liberação dos nutrientes da matéria orgânica tem grande contribuição como fonte de energia para os organismos e plantas (Aguilar, 1998). A estrutura física e a fertilidade do solo são fatores importantes envolvidos na formação e no estabelecimento das pastagens. As mudanças evidenciadas nos atributos físicos afetam a movimentação de água, ar, nutrientes e raízes no perfil do solo, bem como nos atributos químicos, sendo a fertilidade do solo indispensável para o desenvolvimento das plantas. Neste contexto, o manejo do solo passa a ser um instrumento essencial para ser usado na busca de atividades agropecuárias sustentáveis.

No Estado de Minas Gerais cerca de 37% do território é coberto por Cerrado (Vilela, 1997), sendo esta área de 200 milhões de hectares (Longo *et al.*, 1990). Isto caracteriza uma grande importância econômica, social e ambiental. Uma quantidade considerável dos reflorestamentos com *Eucalyptus sp.* no Brasil estão localizados nesta região, que também são potencialmente importantes na produção pecuária e de grãos.

Para poder reverter o cenário característico do Cerrado brasileiro, tem-se a opção de utilizar os sistemas agroflorestais pecuários ou SSP, combinando árvores, culturas e animais numa tentativa de aproximar-se dos ecossistemas naturais (Vilela, 2001). Estes sistemas têm se mostrado promissores, promovendo o aumento da produtividade em muitas regiões, através da incorporação de nutrientes ao sistema, além de evitar a perda deles e melhorar as condições físicas do solo (Isaac *et al.*, 2005). Desta forma, ao se evitar a degradação das pastagens não haverá necessidade contínua de novos desmatamentos para a formação de novos pastos a fim de alimentar os rebanhos desta região.

A qualidade do solo nos SSP's concorre com a sustentabilidade das pastagens e, dessa forma, é de grande importância quantificar os seus atributos. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações nos atributos químicos do solo sob a influência das arbóreas *Eucalyptus sp.*, com pastagens *Brachiaria brizantha*.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 – Localização do sistema e principais características**

O experimento foi realizado em um sistema silvipastoril localizado na fazenda Fidalgo, no município de Confins, com as seguintes coordenadas geográficas: 19°54'32'' Sul e 43°58'18'' Oeste, localizado a 5 km do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, de onde foi fornecido os dados de pluviosidade. A região caracteriza o bioma típico do Cerrado no Estado de Minas Gerais, Brasil. A média de temperatura no SSP e a pleno sol foram de 31,4°C e a umidade relativa teve média de 42%. Este sistema foi desenvolvido 1994 sem queimadas, utilizando apenas a roçada e com a implantação das arbóreas *Eucalyptos sp.* Durante o experimento, as árvores apresentavam-se em uma altura de 15 a 25 m de altura, DAP (diâmetro a altura do peito) de 40 a 60 cm. A densidade adotada do SSP foi de 150 árvores/hectare. Os solos da localidade são classificados como latossolo vermelho-amarelo e apresentam 651 g/kg de argila, 211 g/kg de silte e 138 g/kg de areia.

As pastagens utilizadas tanto neste sistema quanto no controle (adjacente ao SSP), foram plantadas logo na implantação do sistema, por meio de tração animal com uso de fosfato natural e calcário, estes em quantidades recomendadas a partir da análise prévia dos solos. A área nunca foi queimada e sempre foi utilizada como fonte de forragem para os animais. No SSP as sementes foram distribuídas manualmente entre as árvores. Ambos os sistemas eram constituídos de uma área de 1,5 hectares sendo que a carga animal utilizada pelos bovinos, em ambas as pastagens, foram ajustadas de acordo com a produção forrageira, sendo que cada piquete era parte de um sistema rotacionado,

onde os animais ficavam em torno de três dias sob pastejo, ausentando-se destes durante 30 dias. No início do ensaio, foram aplicadas a calagem e adubação de acordo com a recomendação da análise do solo do local.

## 2.2 – Tratamentos e Obtenção dos dados

Com intuito de avaliar a fertilidade do solo e estudar a ciclagem de nutrientes realizou-se coletas de solo de 12 pontos em cada sistema (SSP e Pleno Sol). A escolha dos pontos de coleta de amostras de solos foi realizada em Maio de 2009. A metodologia utilizada foi: seleção de 12 pontos escolhidos de forma aleatória em cada sistema, totalizando 24 amostras. Foram coletadas amostras de solos nas seguintes profundidades: 0 – 2, 2 – 10 e 10 – 20 cm, com o auxílio de um trado holandês que indicava a profundidade correta de coletar a amostra desejada. Os dados de pluviosidade (figura 1) foram fornecidos pela Estação Meteorológica do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, localizado no município de Confins, nas seguintes coordenadas: 19°54'32" Sul e 43°58'18" Oeste.

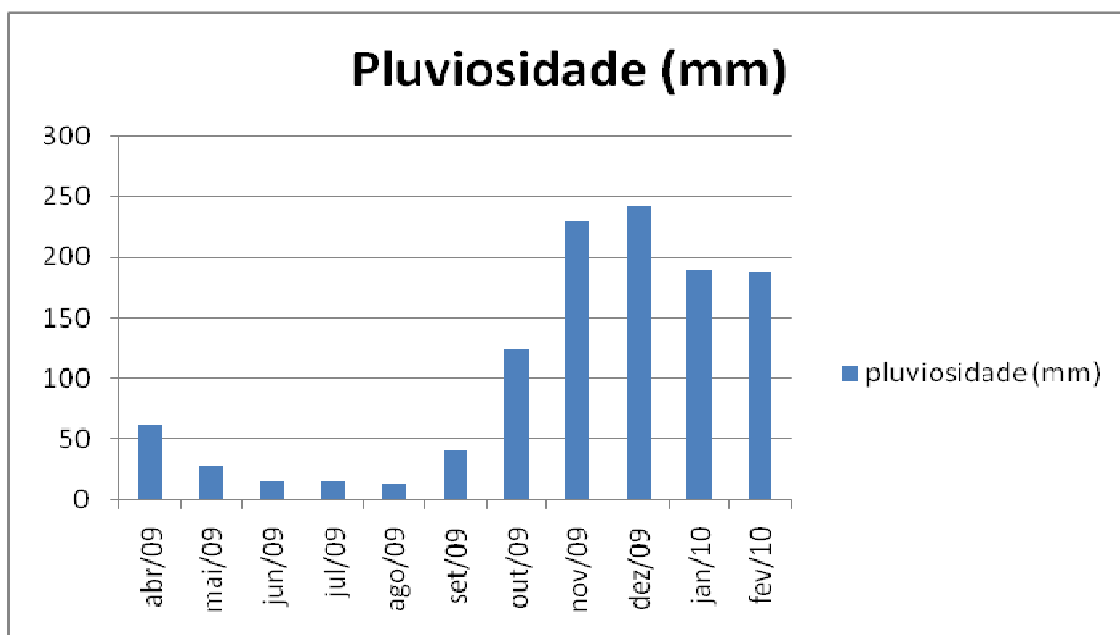


Figura 1 – Perfil da distribuição da pluviosidade antes, durante e após o período avaliado de crescimento da forrageira, na região de Confins/MG

A análise química do solo foi comparada com a tabela a seguir (tabela 1), onde mostra os níveis utilizados para interpretação de fertilidade do solo segundo a Comissão de Fertilidade do Solo dos Estados de Minas Gerais.

Tabela 1 – Níveis utilizados para interpretação de fertilidade do solo segundo Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais

Características	Unidades	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Cálcio trocável	cmol dm <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup>	-	0,0 a 1,5	1,6 a 4,0	> 4,0	-
Magnésio trocável	cmol dm <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup>	-	0,0 a 0,5	0,6 a 1,0	> 1,0	-
Alumínio trocável	cmol dm <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup>	-	0,0 a 0,3	0,4 a 1,0	> 1,0	-
Enxofre trocável	mg dm <sup>-3</sup>	-	0,0 a 4,0	4,0 a 10	> 10	-
Potássio disponível	mg dm <sup>-3</sup>	-	0 a 45	46 a 80	> 80	-
Fósforo disponível (solo textura argilosa)	mg dm <sup>-3</sup>	-	0 a 5	6 a 10	> 10	-
Soma de Bases (SB) Ca + Mg + K)	cmol dm <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup>	-	0,0 a 2,0	2,1 a 5,0	> 5,0	-
CTC Efetiva (t) (Ca + Mg + K + Al)	cmol dm <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup>	-	0,0 a 2,5	2,6 a 6,0	> 6,0	-
Saturação de Al (m)	%	-	0,0 a 2,5	21 a 40	41 a 60	>6,0
CTC total (T)	cmol dm <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup>	-	0,0 a 4,5	4,6 a 10	> 10,0	-
Saturação de Bases (V)	%	0 a 25	26 a 50	51 a 70	71 a 90	>9,0
Matéria Orgânica (MO)	%	-	0,0 a 1,5	1,6 a 3,0	> 3,0	-

Fonte: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989), modificada

### **2.3 – Variáveis Analisadas**

Após a coleta das amostras, estas foram encaminhadas para o Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal de Uberlândia/MG, conforme EMBRAPA (1999). Os valores de cálcio (Ca), fósforo (P) e potássio (K) foram determinados utilizando-se as técnicas de permanganometria, colorimetria e fotometria de chama, respectivamente. O valor da matéria orgânica (MO) foi estimado como a diferença entre os valores de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) (Compêndio..., 1998).

### **2.4 – Análise Estatística**

Os tratamentos foram constituídos em delineamento inteiramente casualizado, com dois sistemas de cultivo (silvipastoril e pleno sol) e três profundidades de solo (0 – 2, 2 – 10 e 10 – 20 cm). O ensaio foi conduzido no delineamento inteiramente ao acaso com 12 repetições por tratamento.

Para a análise estatística realizou-se, inicialmente, os testes de Lilliefors e Bartlett para verificação de normalidade e homocedasticidade, respectivamente. As variáveis foram analisadas pela análise de variância e pelo teste de hipótese SNK em nível de 5% de significância.

## **3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na tabela 2 observam-se os valores dos macronutrientes do solo nos sistemas silvipastoril. Houve interação em todas as variáveis analisadas, com exceção de fósforo (P) e cálcio (Ca). Verificou-se efeito significativo de profundidade para Ca e P e de sistema para Ca.

Tabela 2 – Médias de fósforo, potássio, enxofre, cálcio, magnésio e alumínio nos sistemas de silvipastoris e a pleno sol em três profundidades de solo

Variável	Sistemas	Profundidades (cm)			Médias
		0 – 2	2 - 10	10 – 20	
Fósforo* (mg/dm <sup>3</sup> ) (CV =53,25%)	Pleno Sol	14,88	2,28	1,05	6,07
	SSP	19,29	2,62	1,63	7,85
	Média	17,08 <sup>a</sup>	2,45 <sup>b</sup>	1,34 <sup>c</sup>	-
Potássio (mg/dm <sup>3</sup> ) (CV =14,69%)	Pleno Sol	233,2 <sup>aA</sup>	104,1 <sup>bA</sup>	46,0 <sup>cA</sup>	-
	SSP	196,2 <sup>aA</sup>	89,7 <sup>bA</sup>	84,0 <sup>bA</sup>	-
Enxofre (mg/dm <sup>3</sup> ) (CV = 44,02%)	Pleno Sol	3,0 <sup>aA</sup>	2,4 <sup>aA</sup>	1,8 <sup>aB</sup>	-
	SSP	3,4 <sup>aA</sup>	2,4 <sup>aA</sup>	5,0 <sup>aA</sup>	-
Cálcio (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV = 28,95)	Pleno Sol	6,4	4,82	2,07	4,43 <sup>A</sup>
	SSP	6,35	3,06	2,06	3,82 <sup>A</sup>
	Média	6,38 <sup>a</sup>	3,94 <sup>b</sup>	2,06 <sup>c</sup>	-
Magnésio (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV = 26,5%)	Pleno Sol	0,32 <sup>aB</sup>	0,25 <sup>aB</sup>	0,09 <sup>bB</sup>	-
	SSP	0,84 <sup>aA</sup>	0,52 <sup>bA</sup>	0,29 <sup>cA</sup>	-
Alumínio (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV =20,28%)	Pleno Sol	0, <sup>0aA</sup>	0,0 <sup>aA</sup>	0,69 <sup>bA</sup>	-
	SSP	0, <sup>0aA</sup>	0,78 <sup>bB</sup>	1,6 <sup>cB</sup>	-

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ )

\*Não significativo pelo teste SNK ( $p > 0,05$ )

Observa-se que o P foi superior no perfil 0 – 2 cm, seguidos por 2 – 10 cm e 10 – 20 cm. De acordo com a tabela 1 os níveis de P apresentados na tabela 2, nas profundidades 2 – 10 e de 10 – 20 são considerados baixos e na profundidade de 0 – 2 cm enquadram-se como teor médio.

Nos resultados mostrados na tabela 2 observa-se como o Fósforo (P) é pouco móvel no solo, sendo considerado por Corsi (1989) quase imóvel, quando este demonstrou em um trabalho em que a movimentação do P no perfil do solo foi de apenas 6,5cm em cinco anos, mas podendo aumentar sua movimentação em solos arenosos e com incorporação da matéria orgânica (MO). Este fator ainda é mais

evidente quando considera-se que o solo do experimento é argiloso (650 g kg<sup>-1</sup> de argila), ou seja, dificultando ainda mais a mobilidade do P pelo solo.

Malavolta (1989) cita o papel do P na planta, destacando suas funções junto ao fator de crescimento e estímulo da raiz da forrageira, além de garantir um estabelecimento vigoroso após a germinação das sementes. Raij (1991) destaca que o P participa de compostos essenciais ao metabolismo das plantas e dos processos de transferência de energia pela planta.

O “nível crítico externo” é a quantidade de nutriente no solo suficiente para a planta forrageira alcançar mais de 80% da sua produção (Aguiar, 1998). Corsi e Nussio (1993) demonstraram que este nível na *B. brizantha* é de 16,94 mg l<sup>-1</sup> o que equivale a mg dm<sup>-3</sup>, valor este atingido na profundidade 0 – 2 em SSP.

Apesar de existir pouca evidência de que os teores de P cresçam à medida que os sistemas agrofloretais se tornam maduros, as árvores contribuem para a mineralização da quantidade total de P e para reduzir a quantidade de P complexado com outros nutrientes (Buresh e Tian, 1998; Raddad *et al.*, 2006). Cardoso *et al.*, (2005) concluíram que os sistemas agrofloretais podem influenciar a dinâmica do P por meio da conversão de P inorgânico para P orgânico. Isto foi atribuído à MO acrescentada pelas árvores que favorecem os microrganismos do solo. Estes desempenham um papel fundamental nas transformações de fósforo orgânico, ao solubilizar baixos teores de P inorgânico e proteger o P de adsorção por Fe e Al por liberação gradual de P à medida que ocorre renovação microbiana.

Quanto maior for o teor de MO do solo mais alto será o nível de P orgânico neste. Segundo Guilherme, Vale e Guedes (1995), a MO do solo possui 0,5% de P e que para cada 1% de MO do solo haverá a mineralização de 1 a 4 kg/ha. Desta forma, como o valor de MO no SSP foi superior ao sistema a pleno sol ( $p < 0,05$ ), (tabela 2) este seria mais econômico no suprimento de P para o solo. Mello *et al.*, (1989) comentaram que a MO do solo aumenta a disponibilidade de P das seguintes formas: maior liberação de P da MO; o CO<sub>2</sub> liberado da decomposição dos resíduos, mais água presente no solo, ocorre a formação de ácidos carbônicos que solubiliza fosfatos; ocorre a formação de complexos fosfo-húmicos facilmente assimiláveis; os ânions orgânicos formam complexos estáveis com Ferro e o Alumínio, evitando a reação desse elementos com os fosfatos.

O Potássio (K), observado na tabela 2, mostrou decréscimo no solo ao longo das profundidades, sendo que a pleno sol foi maior na primeira profundidade, seguido da segunda e terceira. Já no SSP mostrou-se semelhante na segunda e terceira profundidade ( $p < 0,05$ ). O K no SSP teve menor lixiviação (tabela 2) ao manter-se em níveis altos até mesmo na profundidade de 10 – 20 cm (tabela 1), o que não ocorreu no sistema a pleno sol, onde a lixiviação foi intensa da primeira para a segunda profundidade, e também desta para a terceira. Este resultado indica redução na lixiviação no SSP, que pode ter



ocorrido, pela razão da MO, na superfícies do SSP, serem mais elevadas (tabela 3) acarretando em alta CTC, retendo maior K nas camadas mais superficiais. Reis (2007), observou este aumento em ambos os sistemas tanto para MO quanto para K. Isaac e Nair (2006) informam que este nutriente não é um componente estrutural e é altamente móvel no solo, estando sujeito a lixiviação, sendo carregado para as camadas mais profundas do solo. Observa-se sobre a disponibilidade do potássio que houve diferença entre profundidade a pleno sol e no SSP. Nas camadas mais profundas de solo encontram-se teores mais elevados de K. Isso deve-se a grande mobilidade do K no perfil do solo. Segundo a série de HOFMEISTER o  $K^+$  por ser monovalente é o nutriente com menor poder de retenção nas cargas negativas do solo (CTC), portanto, apresenta alto grau de lixiviação (tabela 2).

Para enxofre (S) (tabela 2) observa-se ausência de diferenças, a não ser entre sistemas na profundidade de 10 – 20 cm, onde houve um aumento do mesmo, característico dos solos do Cerrado, onde o S é encontrado em maiores profundidades (superior a 20cm). Este nutriente segundo Guilherme, Vale e Guedes (1995) forma par iônico com o Ca, Mg, K e Na, lixiviando-os com facilidade pelo solo. Em relação aos teores de Enxofre (S), no sistema a pleno sol (tabela 2) com o aumento da profundidade, no SSP, indica o potencial da *B. brizantha* em reciclar nutrientes, devido a presença das liteiras (Reis, 2007).

Devido ao aumento da porosidade dos solos do SSP (Reis, 2007), o S lixiviou mais no SSP, caracterizando a maior quantidade de água nestas profundidades. De acordo com Prado (2009) o S percola mais em áreas mais úmidas. Este é considerado o principal componente dos aminoácidos sulfurados (cistina, cisteína e metionina). Os resultados encontrados no presente trabalho foram todos considerados baixos (tabela 1).

A maior disponibilidade de S é influenciada pela atividade microbiana. Por isso nota-se que no SSP, haveria maior mineralização da matéria orgânica, conseqüentemente, maior disponibilidade de S. O  $SO_4$  se movimenta e concentra em camadas mais profundas, por isso maior disponibilidade de 10-20 cm. Na camada de 0-2 cm o solo é mais eletronegativo.

Para a variável cálcio (Ca) (tabela 2), não houve efeito significativo entre os sistemas e este mostrou-se pouco móvel no solo, seguindo os princípios adotados para P ( $p < 0,05$ ). Os valores encontrados na camada superficial são considerados valores altos (tabela 1) e na sub-superfície valores médios (entre 1,6 e 4,0). A mobilidade do Ca no solo é variável com o íon acompanhante do corretivo. Neste solo deve-se ter aplicado o carbonato de cálcio, que é de baixa mobilidade: de cerrado, cultivado com soja e milho, que os nutrientes P e Ca concentram na superfície do solo.

Sobre os valores de Mg observa-se diferença estatística entre os SSP e pleno Sol, bem como, entre profundidades (tabela 2).

Verifica-se que o magnésio (Mg) apresentou-se em maior concentração no SSP quando comparado ao sistema a Pleno Sol, decrescendo nas profundidades ( $p < 0,05$ ). Este valor é considerado bom (tabela 4) apenas para SSP na camada superficial, mostrando adequada fertilidade para o solo.

Os valores de Alumínio (Al) aumentam com a profundidade em ambos os sistemas e apresentam-se mais elevados nas profundidade de 2 – 20 cm nos solos dos SSP. Este resultado não condiz com o encontrado por Reis (2007), onde o Al foi menor em todas as profundidades dos solos no SSP (Ipê Felpudo consorciado com *B. brizantha*). Alfaia (2004), ao avaliar solos de sistemas agroflorestais e de pastagens, encontrou nos primeiros, teores maiores de Ca e Mg e menores de Al. Porém, de acordo com Aguir (1998), os valores superficiais de Al seriam os mais interessantes, visto que como o P se liga ao Al indisponibilizando-o, este encontra-se quase que imóvel na camada mais superficial do solo, o que explica a eficiência da calagem e adubação com P em cobertura.

As variáveis de micronutrientes observadas na tabela 3 apresentaram interação significativa para ferro (Fe) e boro (B). Houve efeito de profundidade para as variáveis cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn). Efeito isolado de sistema de cultivo foi observado apenas para Mn. ( $p < 0,05$ ).

Tabela 3 – Médias de cobre, ferro, zinco, manganês, e boro nos sistemas de silvipastoris e a pleno sol em três profundidades de solo

Variável	Sistemas	Profundidades (cm)			Médias
		0 – 2	2 - 10	10 – 20	
Cobre (mg/dm <sup>3</sup> ) (CV =13,49%)	Pleno Sol	0,55	0,63	0,56	0,58
	SSP	0,57	0,71	0,62	0,63
	Média	0,56 <sup>b</sup>	0,67 <sup>a</sup>	0,59 <sup>b</sup>	-
Ferro (mg/dm <sup>3</sup> ) (CV =7,08%)	Pleno Sol	28,8 <sup>bB</sup>	44,0 <sup>aB</sup>	37,0 <sup>ab</sup>	-
	SSP	75,0 <sup>abA</sup>	95,6 <sup>aA</sup>	58,8 <sup>b</sup>	-
Zinco (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV =50,77%)	Pleno Sol	0,57	0,34	0,25	0,39
	SSP	0,43	0,19	0,12	0,25
	Médias	0,5 <sup>a</sup>	0,26 <sup>b</sup>	0,18 <sup>b</sup>	-
Manganês (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV=23,83%)	Pleno Sol	6,19	1,67	0,45	2,77 <sup>A</sup>
	SSP	4,85	0,94	0,51	2,10 <sup>B</sup>
	Média	5,52 <sup>a</sup>	1,30 <sup>b</sup>	0,48 <sup>c</sup>	-
Boro (mg/dm <sup>3</sup> ) (CV=31,64%)	Pleno Sol	0,32 <sup>aA</sup>	0,21 <sup>aA</sup>	0,13 <sup>aA</sup>	-
	SSP	0,51 <sup>aA</sup>	0,21 <sup>bA</sup>	0,19 <sup>bA</sup>	-

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ).

Em relação aos micronutrientes, no presente trabalho, independente do sistema, os teores de Cu, Fe, Zn, Mn e B tenderam a decrescer com a profundidade, exceto o Fe (tabela 3). No SSP os teores de Fe e B foram maiores nas camadas superficiais, 0 - 10 cm e 0 – 2, respectivamente ( $p < 0,05$ ).

Na tabela 4 comparou-se as médias de MO, soma das bases (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (CTC efetiva = t), capacidade de troca catiônica total ou a pH 7 (CTC total = T), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m). Todos estes dados apresentaram interação entre as profundidades e MO, SB, t, T, V, m interação entre os sistemas.

Tabela 4 – Comparação de médias de matéria orgânica, soma das bases, CTC efetiva, CTC Total, Saturação por bases e saturação por alumínio nos sistemas de silvipastoris e a pleno sol em três profundidades de solo

Variável	Sistemas	Profundidades (cm)			Médias
		0 – 2	2 - 10	10 – 20	
Matéria Orgânica (%) (CV =40,71%)	Pleno Sol	3,94 <sup>aB</sup>	3,36 <sup>bA</sup>	2,28 <sup>cB</sup>	-
	SSP	5,71 <sup>aA</sup>	3,33 <sup>bA</sup>	2,9 <sup>bA</sup>	-
Soma das Bases (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV =26,51%)	Pleno Sol	7,31 <sup>aA</sup>	5,33 <sup>bA</sup>	2,27 <sup>cA</sup>	5,30 <sup>a</sup>
	SSP	7,69 <sup>aA</sup>	3,81 <sup>bB</sup>	2,56 <sup>cA</sup>	7,69 <sup>a</sup>
CTC Efetiva (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV =19,28%)	Pleno Sol	7,31 <sup>aA</sup>	5,33 <sup>aA</sup>	2,96 <sup>bB</sup>	-
	SSP	7,69 <sup>aA</sup>	4,59 <sup>aA</sup>	4,16 <sup>bA</sup>	-
CTC Total (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV=16,14%)	Pleno Sol	8,94 <sup>aB</sup>	7,6 <sup>bB</sup>	6,62 <sup>bB</sup>	-
	SSP	10,49 <sup>aA</sup>	9,2 <sup>aA</sup>	10,19 <sup>aA</sup>	-
Saturação por bases (%) (CV=21,44%)	Pleno Sol	81,42 <sup>aA</sup>	69,62 <sup>bA</sup>	34,57 <sup>cA</sup>	-
	SSP	73,26 <sup>aA</sup>	42,79 <sup>bB</sup>	26,67 <sup>cA</sup>	-
Saturação por Alumínio (%) (CV=71,26)	Pleno Sol	0,0 <sup>aA</sup>	0,0 <sup>aB</sup>	24,71 <sup>bB</sup>	-
	SSP	0,0 <sup>aA</sup>	19,82 <sup>bA</sup>	47,49 <sup>cA</sup>	-

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ )

De forma geral, os teores de MO reduziram-se à medida que aumentou a profundidade (tabela 4), sendo que nas profundidades 2 – 20 cm não diferiram. O que também foi constatado no estudo realizado por Budiadi *et al.*, (2006) e Reis (2007). Na camada 0 – 2 cm houve diferença entre os sistemas, sendo maior para SSP quando comparado ao pleno sol ( $p < 0,05$ ), tendo as árvores contribuição constante para estes resultados, sendo mais intensa nas camadas mais superficiais. Este resultado está de acordo com resultados de outros estudos (Kang, 1997; Bhojvaid e Timmer, 1998), contradizendo Reis (2007) no estudo de Ipê Felpudo consorciado com *B. brizantha*. Budiadi *et al.*, (2006) relataram que em sistemas agrofloretais, com o avanço do tempo, os teores de MO tendem a aumentar nas camadas mais profundas e a permanecer constantes nas camadas superficiais.

Entretanto, acredita-se que este maior teor de MO ocorre somente no caso de pastagens bem manejadas, como a deste estudo. De acordo com Sanchez (1995), teores de C prontamente disponível ou C solúvel são reduzidos em solos degradados, mesmo que os teores de MO pareçam normais. Microrganismos do solo precisam de substrato de C para formar N orgânico. Fertilizantes inorgânicos não possuem fonte de C, logo, a maior parte de fertilizantes nitrogenados não utilizados pelas plantas estarão sujeitos a perdas por lixiviação, ao contrário dos fertilizantes orgânicos, que permanecem no sistema. Em torno de 50 a 80% do N orgânico não aproveitado pelas plantas, é uma fonte de C orgânico, fonte de energia para a microbiota do solo.

Outros fatores influenciam a quantidade de raízes e conseqüentemente os teores de MO no solo. Conforme Block *et al.*, (2006) a disponibilidade de N no solo é o principal determinante na produção, longevidade e mortalidade dos sistemas radiculares. Todavia, o crescimento das raízes também varia de acordo com a temperatura e umidade. Temperaturas abaixo de 20°C tendem a reduzir a produção e a mortalidade da raízes. Sanchez (1995) completa que as árvores podem acrescentar N ao sistema por duas maneiras: fixação biológica de N ou por meio do bombeamento das camadas mais profundas para as mais superficiais. Raddad *et al.*, (2006) esclarecem que quando ocorre desmatamento para a exploração, os teores de N normalmente diminuem como uma conseqüência do aumento da oxidação de MO no solo. Todavia a perda anual de N tende a reduzir com o tempo e, aparentemente, poderiam ser compensadas pelo N fixado pelos microrganismos associados a algumas espécies arbóreas.

Os sistemas agrofloretais podem substituir a aplicação de fertilizantes nitrogenados até a determinada produção vegetal. Se a produção desejada for mais alta, deve ser realizada a suplementação de fertilizante inorgânicos (Sanchez, 1995). Conforme Veiga e Veiga (2000) trata-se de um sistema complexo, cujas interações entre os componentes arbóreos, forrageira e animal, devem ser conhecidas e bem exploradas, para otimizar a eficiência produtiva.

Assim, é possível explorar os benefícios do SSP e realizar alguns ajustes para alcançar a produtividade desejada. Mittal *et al.*, (1992) realizaram um estudo sobre a substituição dos fertilizantes químicos pelos orgânicos, folhas de *Leucaena leucocephala*, em lavoura de milho. Os resíduos vegetais contribuíram para melhorar as qualidades físicas e a cobertura do solo, reduzindo as taxas de erosão em até 13% e aumentando a umidade no solo. Entretanto, a maior produção de milho e, com melhor resultado financeiro, foi alcançada por meio da combinação de dois tipos de fertilização em relação a cada um dos tratamentos realizados de forma isolada. O fornecimento de fertilizantes químicos auxiliou na mineralização dos resíduos vegetais.

A SB e V, vistos na tabela 4 apresentaram pouco carreamento pelo solo, em razão do solo argiloso da região que irá prender mais na superfície essas bases. Para estas mesmas variáveis, apenas na profundidade 2 – 10 cm observa-se interação entre os

sistemas, onde o SSP é inferior ao sistema ao pleno sol ( $p < 0,05$ ). Porém, na camada superficial que seria de maior interesse para esse tipo de solo, não apresentaram diferença ( $p < 0,05$ ), mostrando adequada fertilidade, principalmente em relação aos atributos ligados a acidez do solo, em ambos os sistemas. Há ainda uma tendência no solo do SSP de melhor fertilidade quando observa-se (tabela 2) a superioridade do Mg neste.

Observa-se na tabela 4 superioridade no SSP em relação ao pleno sol apenas na profundidade de 10 – 20 cm. Já para CTC potencial esta superioridade foi nas três profundidades, mostrando baixa lixiviação das bases e, conseqüentemente, menor contaminação ambiental ( $p < 0,05$ ) (tabela 3).

A variável m acompanhou a concentração de Al no solo, sendo encontrado à partir da profundidade 2 – 10 cm no SSP e a pleno sol a partir de 10 – 20 cm ( $p < 0,05$ ).

Entretanto, supõe-se que os resultados dos atributos químicos de solo apresentariam maior diferença em relação a uma monocultura se a pastagem controle estivesse degradada e mal manejada como é mais comum no Brasil. De qualquer modo, Nair (1998) faz uma consideração importante ao afirmar que os SSP podem prestar muitos produtos e serviços, bastante complexos, e não devem ser avaliados somente pelo resultado de uma variável isoladamente, mas, sim, pela somatória delas. Além disto, Buresh e Tian (1998) destacam outros fatores que devem ser considerados como o aumento da infiltração de água e melhoria das atividades biológicas. Sanchez (1995) acrescenta a preservação da biodiversidade e as fontes de água numa escala regional.

Outras questões devem ser consideradas nas pesquisas com SSP. Buresh e Tian (1998) destacaram a ocorrência de microvariabilidades no solo, que em regiões semi-áridas, podem favorecer o desenvolvimento vegetal e proporcionar a estabilidade da produção. Prado (2009) relata que o perfilhamento das raízes das espécies *B. brizantha* tem a capacidade de buscar nutrientes em solos mais profundos, devido a caracterização de sua raiz.

## **4 – CONCLUSÕES**

No SSP a arbórea contribuiu para a melhoria da fertilidade do solo, principalmente em relação à acidez do solo; aos teores de macronutrientes; aos teores de micronutrientes e a MO.

Mais estudos nesta área com outras espécies de árvores em condições distintas, tornam-se necessários para avaliação dos seus efeitos sobre a fertilidade dos solos em SSP, pois tratam-se de sistemas bastante complexos e que não podem ser avaliados apenas por um aspecto de forma isolada.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.P.A. Manejo da Fertilidade do Solo Sob Pastagem (Calagem e Adubação). Guaíba – RS: Livraria e Editora Agropecuária Ltda, 1998. 120p.

ALFAIA, S.S. et al. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in western Amazonia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.102, p. 409-414, 2004.

BHOJVAID, P.P.; TIMMER, V.R. Soil dynamics in age sequence of *Prosopis juliflora* planted for sodic soil restoration in Índia. *Forest Ecology and Management*, v.106, n.2-3, p.181-193, 1998.

BLOCK, R.M.A.; VAN REES, K.C.J.; KNIGHT, J.D. A review of fine roots dynamics in *Populus* plantation. *Agroforestry Systems*, v. 67, p.73-84, 2006.

BUDIADI; ISHII, H.T.; SABARNURDIN, M.S.; SURYANTO, P.; KANAZAWA, Y. Biomass cycling and soil properties in na agroforestry-based plantation system of kayu putih (*Melaleuca leucadendron* LINN) in East Java, Indonesia. *Agroforestry Systems*, v. 67, p.135-145, 2006.

BURESH, R.J; TIAN, G. Soil improvement by trees in sub-Saharan Africa. *Agroforestry Systems*, v.38, p.51-76, 1998.

CARDOSO, I.M.; MEER, P.V.; OENEMA, O.; JANSSEN, B.H. KUYPER, T.W. Analysis of phosphorus by <sup>31</sup>P NMR in Oxisols under agroforestry and conventional coffee systems in Brazil. *Geoderma*, v.112, p. 51-70, 2005.

COMPÊNDIO brasileiro de alimentação animal: métodos analíticos. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998. 199p.



CORSI, M. Manejo de pastagens. Piracicaba: FEALQ, 1989. 151p.

CORSI, M.; NUSSIO, G. Manejo do capim elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., Piracicaba: 1992. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1993. 329p.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-22.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. - Brasília, Embrapa produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999. 412 p.

GUILHERME, L.R.G; VALE, F.R. do; GUEDES, G.A.A. Fertilidade do solo: Dinâmica e Disponibilidade de Nutrientes. Lavras: ESAL. FAEPE, 1995. 171p.

ISSAC, M.E.; GORDON, A.M.; THEVATHASAN, N.; OPPONG, S.K.; QUASHIE-SAM, J. Temporal changes in soil carbon and nitrogen in west African multistrata agroforestry systems: a consequence of pools and fluxes. *Agroforestry Systems*, v.65, p. 23-31, 2005.

ISAAC, S.R.; NAIR, M.A. Litter dynamics of six multipurpose trees in a homegarden in southern Kerala, Índia. *Agroforestry systems*, v.67, p. 203-213, 2006.

KANG, B.T. Alley cropping-soil productivity and nutrient recycling. *Forest Ecology and Management*, v.91, p.75-82, 1997.

LONGO, R. M; ESPÍNDOLA, C. R.; RIBEIRO, A. I. Modificações na estabilidade de agregados no solo decorrentes da introdução de pastagens em áreas de Cerrado e

floresta Amazônica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, n.3, p. 276-280, 1990.

MALAVOLTA, E. ABC da adubação. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1989. 292 p.

MELLO, F.A.F; WERNER, J.C; MONTEIRO, F.A; FARIA, V.P. Fertilidade do Solo. São Paulo: Nobel, 1989. 400p.

MITTAL, S.P.; GREWAL, S.S.; AGNIHOTRI, Y. SUD, A.D. Substitution of nitrogen requirement of maize through leaf biomass of *Leucaena leucocephala*: agronomic and economic considerations. Agroforestry Systems, v.19, p. 207-216, 1992.

NAIR, P.K.R. Directions in tropical agroforestry research: past, present and future. Agroforestry Systems, v.38, p. 223-245, 1998.

PRADO, G.F. A Suplementação Mineral em Sistemas de Pastejo. Manejo da Pastagem Curso de pós graduação aprovado pelo MEC (MÓDULO X),Uberaba-MG: FAZU, 2009, p.45.

RADDAD, E.Y.; LUUKKANEN, O.; SALIH, A.A.; KAARAKKA, V. ELFADL, M.A. productivity and nutrient cycling in young *Acácia senegal* farming systems on Vertisol in the Blue Nile region, Sudan. Agroforestry Systems, v.68, p. 193-207, 2006.

RAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: POTAFOS, 1991. 327p.

REIS, G.L. Influência de um Sistema Silvipastoril estabelecido no bioma Cerradi sobre a Ciclagem de nutrientes, atributos do solo, da forrageira e do armazenamento de Carbono, Brasil. Belo Horizonte: MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 102p. Tese (Dissertação em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

SANCHEZ, P.A. Science in agroforestry. *Agroforestry Systems*. V.30, p. 5-55, 1995.

VALE, F.R. do, GUEDES, G.A.A., GUILHERME, L.R.G. Manejo da fertilidade do solo. Lavras: UFLA/FAEPE, 1995. 206p.

VEIGA, J. B.; VEIGA, D. F. Sistemas silvipastoris na Amazônia oriental. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL”, 2000. Juiz de Fora - MG: Anais... Juiz de Fora - MG Embrapa Dairy Cattle - FAO. CD-ROM.

VILELA, H. Manejo de pastagens em Cerrado. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagens. Anais.... Piracicaba, 1977. 1:284.

## CAPÍTULO III

### **Avaliação da arbórea *Eucalyptus*, constituindo um sistema silvipastoril, em bioma Cerrado, na produtividade, no índice de área foliar e na composição química da forrageira**

#### RESUMO

Pode-se dizer que no Cerrado há dois limitantes principais para a produção animal, sendo estes, a baixa fertilidade do solo e os períodos de baixa pluviosidade, que podem ocorrer em todas as estações do ano, atipicamente no verão, quando é denominado veranico. A disponibilidade de forragem verde poderia ser prolongada se houvesse maior densidade de árvores nas pastagens, que criam um microclima, ao favorecer a retenção de umidade e o aporte de nutrientes para o solo. Porém, mesmo com diversos efeitos benéficos para o meio ambiente, os animais e as pastagens, de forma geral, a formação de forrageiras no Brasil implica na eliminação das árvores existente na área. A associação entre arbóreas e animais é chamada de sistema silvipastoril (SSP). Com o objetivo de avaliar a forrageira produzida dentro deste tipo de sistema conduziu-se um experimento em Confins/MG, bioma característico do Cerrado. O sistema silvipastoril (SSP) é constituído da arbórea *Eucalyptus* (Eucalípto) e como forrageira, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BBM), sendo a mesma utilizada no sistema pleno sol, porém este na forma de monocultura. O sistema possui uma área com 150 árvores/hectare. As coletas foram realizadas nos meses de Maio, Julho e Novembro de 2009 e teve a produção mensurada, a composição bromatológica determinada. A presença de árvores nas pastagens de BBM não prejudicou a produção de MS da forrageira, durante o período avaliado. As arbórea contribuíram para melhorar os aspectos nutricionais da forragem, incrementando níveis de PB, MM, P e Ca, que, na área sem árvores não era suficiente para atender os requisitos de manutenção dos animais. Assim, foi possível demonstrar no SSP o potencial de ser uma opção sustentável de produção animal, ao contribuir para o valor nutritivo da forragem durante um período de reduzida pluviosidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** arbóreas, forrageiras, incremento, sombreamento, sustentabilidade

## **Evaluation of the Eucalyptus tree, constituting a silvopastoral system in the Cerrado biome, on productivity, leaf area index and chemical composition of forage**

### **ABSTRACT**

You could say that in Cerrado are two main limiting factors for animal production, the latter being the low soil fertility and periods of low rainfall that may occur in all seasons, unusually in the summer when it is called Indian summer. The availability of green forage could be prolonged if there was a greater density of trees in pastures, creating a microclimate to promote moisture retention and nutrient input to soil. But even with several beneficial effects on the environment, animals and pasture, in general, the formation of forages in Brazil involves the removal of existing trees in the area. The association between trees and animals is called silvopastoral system (SPS). Aiming to evaluate the forage produced under this type of system we conducted an experiment in Confins/MG, characteristic of the Cerrado biome. The silvopastoral system (SSP) consists of *Eucalyptus* tree (*Eucalyptus*) and as forage *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* (BBM), the same system used in full sun, but this in the form of monoculture. The system has an area of 150 trees per hectare. Samples were collected during May, July and November 2009 and had measured the production, the chemical composition determined. The presence of trees in pastures of BBM did not impair the production of forage DM during the study period. The tree has helped to improve the nutritional value of forage, increasing levels of CP, MM, P and Ca, which, in the area without trees was not enough to meet the requirements for maintenance of the animals. Thus it was demonstrated in the SPS the potential to be a sustainable option for livestock production, contributing to the nutritional value of forage during a period of reduced rainfall.

**KEYWORDS:** trees, forage growth, shading, sustainability

## 1 – INTRODUÇÃO

Nos últimos 30 anos a área ocupada por pastagens no Brasil passou de 154,1 para 177,7 milhões de hectares, resultado de um aumento expressivo nas áreas de pastagens cultivadas. Como consequência, houve um decréscimo nas áreas de pastagens nativas, que passaram a representar aproximadamente 45% do total (99.650 milhões até 1995). No Cerrado brasileiro, existe cerca de 49,6 milhões de hectares de pastagens cultivadas, formadas principalmente por gramíneas *Brachiaria*, que comporta em torno de 41% do rebanho bovino nacional, responsável pela produção de mais da metade da carne bovina do país correspondendo a aproximadamente 10,5% da receita bruta agropecuária nacional (Martha Júnior e Vilela, 2002). Porém, em virtude de manejo inadequado, estas áreas estão se tornando cada vez menos produtivas, estimando-se cerca de 80% destas pastagens já em algum estágio de degradação (Peron e Evangelista, 2004). Tais processos resultam muitas vezes na degradação dos solos, assoreamento dos rios e destruição da vegetação nativa remanescente (Fernandes *et al.*, 1994; Serrão *et al.*, 1998).

Todos os efeitos da degradação das pastagens podem ser revertidos por meio de métodos de conservação do solo, manejo adequado das pastagens, redução de queimadas nos pastos e, ainda, a implantação de SSP's (Steinfeld *et al.*, 2006), que corresponde ao consorciamento de árvores com a pastagem. A presença deste componente arbóreo na pastagem pode amenizar os efeitos negativos do clima sobre a forragem. Na área sob influência das árvores existirá um microclima que favorecerá a retenção de umidade e o enriquecimento de nutrientes promovendo a extensão da disponibilidade de forragem verde, beneficiando os pastos tropicais, que, geralmente, possuem baixo valor nutritivo (Sanchez, 2001).

A presença dos SSP's no bioma do Cerrado, caracterizado por serem mais sensíveis a mudanças na pluviosidade por apresentarem pouco volume de reserva, poderiam incrementar a produção animal (Brassard e Barcellos, 2005). Esta característica do solo faz sentido diante do relato de Kanegae *et al.* (2000), que informam que as variações sazonais na disponibilidade de água seriam o principal limitante da produtividade vegetal nas savanas. De acordo com estes pesquisadores e Armando (2002), no ambiente do Cerrado, há pequena oscilação de temperatura (18 a 25°C) e volume de pluviosidade (1200 a 1500 mm), concentrados durante o verão. Já no inverno a precipitação mensal chega a ser inferior a cinco mm. Dessa forma, a pequena produção no período das secas limitará consideravelmente a produção animal (Macedo, 1995).

Durante o período seco, a quantidade de água no estrato superficial do solo é muito pouco, o que impossibilita a chegada das raízes das forragens até essas, dificultando seu processo de nutrição. Já as camadas mais profundas permanecem úmidas. Todavia, a maioria das arbóreas, por apresentarem raízes profundas, teriam acesso às reservas de água no subsolo (Kanegae *et al.*, 2000) e seriam capazes de bombear para as camadas mais superficiais, às quais as gramíneas têm acesso (Ludwig *et al.*, 2004).

Mesmo com os efeitos benéficos promovidos pelas arbóreas em geral, a formação de pastagens no Brasil ainda é caracterizada pela retirada de todas as árvores do local, dando origem a vastas áreas desmatadas (Carvalho *et al.*, 1994). Com sombreamento até 50 % a produtividade da forragem, caracterizada pelo seu poder fotossintético, não é muito afetada. Em alguns casos, até incrementos podem ser observados sob influência da leguminosas arbóreas (Daccarett e Blydenstein, 1968). As árvores não fixadoras de N<sub>2</sub> também são reconhecidas como melhoradoras da fertilidade do solo sob a copa, favorecendo uma boa produção de forragem (Buresh e Tian, 1998).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de um SSP localizado no Cerrado, quanto os parâmetros produtivos da forrageira e seu valor nutritivo durante os meses de Maio, Julho e Novembro (início de seca, seca severa e início das águas).

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 – Localização do sistema e principais características

O experimento foi realizado em um sistema silvipastoril localizado na fazenda Fidalgo, no município de Confins, com as seguintes coordenadas geográficas: 19°54'32'' Sul e 43°58'18'' Oeste, localizado a 5 km do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, de onde foram obtidos os dados de pluviosidade. A região caracteriza o bioma típico do Cerrado no Estado de Minas Gerais, Brasil. A média de temperatura no SSP e a pleno sol foram de 31,4°C e a umidade relativa teve média de 42%. Este sistema foi desenvolvido 1994, sem queimadas, utilizando apenas a roçada e com a implantação das arbóreas *Eucalyptos sp.* Durante o experimento, as árvores apresentavam-se com altura de 15 a 25 m, DAP (diâmetro a altura do peito) de 40 a 60 cm. A densidade adotada do SSP foi de 150 árvores/hectare. Os solos da localidade são classificados como latossolo vermelho-amarelo e apresentam 651 g/kg de argila, 211 g/kg de silte e 138 g/kg de areia.

As pastagens utilizadas tanto neste sistema quanto no controle (adjacente ao SSP), foram plantadas logo na implantação do sistema, por meio de tração animal com uso de fosfato natural e calcário, estes em quantidades recomendadas a partir da análise prévia

dos solos. A área nunca foi queimada e sempre foi utilizada como fonte de forragem para os animais. No SSP as sementes foram distribuídas manualmente entre as árvores. Ambos os sistemas eram constituídos de uma área de 1,5 hectares sendo que a carga animal utilizada por bovinos, em ambas as pastagens, foram ajustadas de acordo com a produção forrageira, sendo que cada piquete era parte de um sistema rotacionado, onde os animais ficavam em torno de três dias sob pastejo, ausentando-se destes durante 30 dias. No início do ensaio, foram aplicadas a calagem e adubação de acordo com a recomendação da análise do solo do local.

## **2.2 – Tratamentos e Obtenção dos dados**

Com o intuito de estudar-se a influência das árvores sobre as forrageiras, foram mensuradas a produção quantitativa e qualitativa durante o período de início da seca (15 de Maio de 2009), no meio da seca, onde ocorre o maior estresse hídrico (25 de Julho de 2009) e início das chuvas (23 de Novembro de 2009). Foram selecionados 12 pontos aleatórios em cada sistema, totalizando 24 pontos. Nestes locais, foram colocados coletores de grade de aço que possuíam um metro quadrado, com o intuito de que os animais não pastajassem a forragem a ser analisada, quando passassem pelo piquete.

No começo do experimento, início de Abril de 2009, foi feito um corte de uniformização da forrageira a 30 cm do solo. Os animais foram introduzidos no sistema quando a gramínea estava com altura entre 60 a 80 cm e retirados próximos à altura 30 a 40 cm, segundo o recomendado por Silva (1995). Esse manejo de retirada coincidia com 3 dias de ocupação, podendo assim, observar o ciclo da forrageira, principalmente em sistema de produção onde o pastejo é realizado na forma de rotacionado.

Para determinação do índice de área foliar (IAF) utilizou-se o modelo LI 3100 (Li-cor, USA) e em cada coletor de grade de aço foram mensurados cinco pontos e estimada a média destes, pelo próprio aparelho, caracterizando assim, uma repetição. Portanto, utilizou-se 12 repetições por sistema. Mediu-se a altura das forragens com o auxílio de uma régua, que apresentava as medidas em centímetros.

Os dados de pluviosidade (figura 1) foram fornecidos pela Estação Meteorológica do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, localizado no município de Confins.



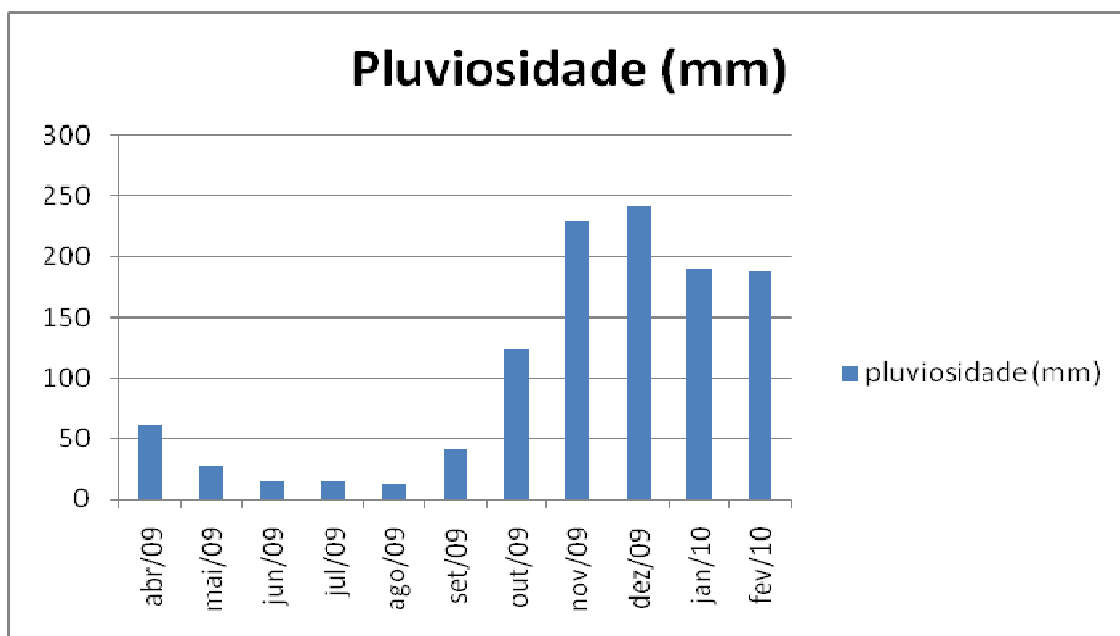


Figura 1 – Perfil da distribuição da pluviosidade antes, durante e após o período avaliado de crescimento da forrageira, na região de Confins/MG

### 2.3 – Variáveis Analisadas

Após a coleta realizada na fazenda, a forragem foi encaminhada ao laboratório, onde pesava-se sua produção total e retirava-se uma amostra para a pré secagem, em uma estufa de circulação forçada a 60 °C durante 72 horas e moída a um mm. As composições bromatológicas foram analisadas da seguinte forma: matéria seca (MS), matéria mineral (MM) (Compêndio..., 1998), proteína bruta (PB) pela metodologia de Kjeldahl (Cunniff, 1995), cálcio (Ca), fósforo (P) e potássio (K) foram determinados utilizando-se as técnicas de permanganometria, colorimetria e fotometria de chama, respectivamente. Determinou-se a composição da forragem quanto a fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina pelo método separado (Robertson e Van Soest, 1982). Os teores de lignina foram determinados por meio da imersão direta de dois gramas da amostra no ácido sulfúrico a 72% durante três horas no Cadinho de Gosh, misturando de meia em meia hora. As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal das Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU), localizada em Uberaba, Minas Gerais.

## 2.4 – Análise Estatística

O ensaio foi conduzido no delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo com parcelas subdivididas, com o sistema de cultivo em parcelas e os tempos de coletas na subparcela, com doze repetições por tratamento.

Inicialmente, foi realizado os testes de Lilliefors e Bartlett para verificação de normalidade e homocedasticidade de dados, respectivamente. Realizou-se análise de variância e teste de hipótese SNK em nível de 5% de significância para comparação de médias de grupos.

## 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na tabela 1, as estimativas das médias dos três dias de coletas, nos dois sistemas de produção. Houve efeito significativo de sistemas de produção para lignina (LIG), matéria mineral (MM) e fósforo (P). Já o efeito dos dias de coleta foi significativo para LIG, MM, EE, MS e P (tabela 3). Verificou-se efeito de interação entre sistema de produção e dias de coleta para as variáveis FDA, FDN, PB e Ca.

Tabela 1 – Estimativas de Médias de lignina (LIG), Matéria Mineral (MM) e Fósforo (P) nos três dias de coleta, nos dois sistemas de produção de *B. brizantha*, no ensaio realizado em Confins, ano 2009

Sistemas de Produção	Variáveis (%)		
	LIG	MM	P
Silvipastoril	12,38 <sup>A</sup>	8,29 <sup>A</sup>	0,18 <sup>A</sup>
Pleno Sol	10,33 <sup>B</sup>	7,77 <sup>B</sup>	0,17 <sup>B</sup>
CV (%)	19,12	11,36	13,98

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ )

Nota-se na tabela 1 que MM, P e LIG foram superiores no SSP, de forma geral ( $P < 0,05$ ). As primeiras variáveis descritas mostram um acréscimo nutricional nas forragens do SSP, principalmente por esta apresentar maior quantidade de MO no solo (tabela 2), disponibilizando desta forma, maior quantidade de P. Porém, o aumento da LIG, considerada por Berchielli *et al.* 2006 como porção menos digestível da forrageira, no SSP deve-se ao fato de um maior depósito de liteira da árvore na pastagem presente.

Reis (2007) analisando a influência da arbórea *Zeyheria tuberculosa* Vell. Bur. (Ipê Felpudo) na gramínea *B. brizantha*, observou que as árvores contribuem com um aumento de 4.360 kg/ano de matéria seca com elevado percentual de lignina (45,03%). O alto teor da lignina interfere na decomposição por reduzir a velocidade com que os microorganismos do solo realizam este processo. Tiessen *et al.* (1984) destacam que adição ao solo de compostos fenólicos, cuja principal fonte é a lignina presente nas plantas, resulta em considerável aumento na estabilidade dos agregados.

Em relação aos teores de P, estes foram mais elevados ( $p < 0,05$ ) (tabela 1) na forragem sombreada que no tratamento a pleno sol (controle). Por outro lado, os teores encontrados por Andrade *et al.* (2002) foram numericamente iguais entre forrageiras sombreadas ou não, com o valor de 0,14%. Castro *et al.* (2001) constatou que os teores de P da *B. brizantha* tenderam a elevar-se à medida que reduzia a luminosidade; explicaram que, na maioria das plantas, a luz estimula a absorção de  $H_2PO_4$ , entretanto não há consenso na literatura se a luminosidade altera os teores deste elemento, pois há variação entre as espécies forrageiras.

Tabela 2– Comparação de médias de matéria orgânica, soma das bases, CTC efetiva, CTC Total, Saturação por bases e Saturação por alumínio nos sistemas de silvipastoris e a pleno sol em três profundidades de solo

Variável	Sistemas	Profundidades (cm)			Médias
		0 – 2	2 - 10	10 – 20	
Matéria Orgânica (%) (CV =40,71%)	Pleno Sol	3,94 <sup>aB</sup>	3,36 <sup>bA</sup>	2,28 <sup>cB</sup>	-
	SSP	5,71 <sup>aA</sup>	3,33 <sup>bA</sup>	2,9 <sup>bA</sup>	-
Soma das Bases (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV =26,51%)	Pleno Sol	7,31 <sup>aA</sup>	5,33 <sup>bA</sup>	2,27 <sup>cA</sup>	5,30 <sup>a</sup>
	SSP	7,69 <sup>aA</sup>	3,81 <sup>bB</sup>	2,56 <sup>cA</sup>	7,69 <sup>a</sup>
CTC Efetiva (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV =19,28%)	Pleno Sol	7,31 <sup>aA</sup>	5,33 <sup>aA</sup>	2,96 <sup>bB</sup>	-
	SSP	7,69 <sup>aA</sup>	4,59 <sup>aA</sup>	4,16 <sup>bA</sup>	-
CTC Total (cmolc/dm <sup>3</sup> ) (CV=16,14%)	Pleno Sol	8,94 <sup>aB</sup>	7,6 <sup>bB</sup>	6,62 <sup>bB</sup>	-
	SSP	10,49 <sup>aA</sup>	9,2 <sup>aA</sup>	10,19 <sup>aA</sup>	-
Saturação por bases (%) (CV=21,44%)	Pleno Sol	81,42 <sup>aA</sup>	69,62 <sup>bA</sup>	34,57 <sup>cA</sup>	-
	SSP	73,26 <sup>aA</sup>	42,79 <sup>bB</sup>	26,67 <sup>cA</sup>	-
Saturação por Alumínio (%) (CV=71,26)	Pleno Sol	0,0 <sup>aA</sup>	0,0 <sup>aB</sup>	24,71 <sup>bB</sup>	-
	SSP	0,0 <sup>aA</sup>	19,82 <sup>bA</sup>	47,49 <sup>cA</sup>	-

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ )

De modo geral, observa-se na tabela 3 que LIG, MM e MS, foram superiores na segunda coleta, seguida pela terceira coleta. Entretanto, EE e P foram menores na segunda coleta ( $p < 0,05$ ).

Tabela 3 – Estimativas de Médias de Lignina (LIG), Matéria Mineral (MM), Extrato Etéreo (EE) e Matéria Seca (MS) nos três dias de coleta dos meses de Maio, Julho e Novembro, nos dois sistemas de produção, no ensaio realizado em Confins, ano 2009

Mês	Variáveis(%)				
	LIG	MM	EE	MS	P
Maio	9,89 <sup>C</sup>	7,66 <sup>B</sup>	1,35 <sup>B</sup>	31,17 <sup>C</sup>	0,23 <sup>A</sup>
Julho	12,80 <sup>A</sup>	8,61 <sup>A</sup>	1,17 <sup>C</sup>	46,64 <sup>A</sup>	0,14 <sup>B</sup>
Novembro	11,35 <sup>B</sup>	7,82 <sup>B</sup>	1,94 <sup>A</sup>	31,35 <sup>B</sup>	0,14 <sup>B</sup>
CV(%)	19,12	11,36	22,66	9,64	13,98

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ )

A LIG apresentou-se maior no mês de Julho. Observa-se que o intervalo da primeira coleta para a segunda foi de 60 dias, além de que na época seca (Julho) as forragens, em geral, já se encontram mais fibrosas e conseqüentemente, menos digestíveis. Na terceira, houve uma diminuição dessa quantidade, pois as forrageiras, frente ao início das chuvas, começam um processo de brotação. Porém, no manejo adotado pela fazenda estes pastos (SSP e Pleno Sol) no período entre Junho a Novembro, ficam isolados, mostrando ainda uma quantidade significativa de conteúdo fibroso, proporcionalmente menor que na segunda coleta, devido a rebrota da época (início de chuvas – Novembro) (Berchielli *et al.*, 2006). Já na primeira coleta, onde a lignina encontra-se menor, caracteriza o ciclo da planta, na transição entre período de água e seca, completando 45 dias, quando foi realizado a uniformização das pastagens em Abril de 2009.

O EE apresentado na tabela 3 é o nutriente que disponibilizará maior energia para a forragem, seguido das proteínas e carboidratos (Berchielli *et al.*, 2006). Há, geralmente, uma quantidade muito baixa de EE nas forrageiras em geral, visto que a quantidade deste nas dietas totais deve ser de 6% de acordo com Prado (2009), necessitando desta forma, da suplementação quanto a este baixo valor energético. Os resultados apresentados estão coerentes com o que acomete as pastagens (início das chuvas), pois durante a rebrota (Coleta 3) há um acréscimo considerável de quantidade energética nestas plantas mais novas (Carvalho *et al.*, 2005)

A variável MS concentra-se na segunda coleta ( $p < 0,05$ ), pois, proporcional a terceira terá maior quantidade de conteúdo fibroso mais seco, devido à época do ano e também porque na última coleta há presença de rebrota nas forrageiras. Portanto, proporcionalmente, a MS seria mais concentrada na segunda coleta, devido a maior perda de água, como mostra na tabela 3.

Os teores mais elevados de nutrientes no solo podem ser atribuídos à liteira das árvores e à presença de gado que, ao utilizar a sombra das árvores, concentra os

nutrientes neste local específico (Durr e Rangel, 2002). Porém, existem evidências que as árvores podem ter estabelecido em locais com condições mais favoráveis de solo, assim a maior fertilidade sob árvores isoladas pode ser resultado de diferenças anteriores ao desenvolvimento delas (Buresh e Tian, 1998). Todavia, no presente trabalho, por tratar-se de um sistema com alta densidade de árvores, este efeito de concentração de dejetos animais não ocorreria. O teor de MO permitiu a mineralização dos nutrientes, necessária (Andrade *et al.*, 2002).

A *B. brizantha* cv. Marandu utilizada no presente trabalho, é considerada uma gramínea de média tolerância ao sombreamento por Carvalho *et al.*, (2002). Estes autores ao avaliarem sua produção, constataram que aquela sombreada apresentou produção de matéria seca inferior ( $p < 0,01$ ) à que cresceu em pleno sol. Entretanto, em períodos de menor pluviosidade, a forrageira sob influência de árvores tendeu a produzir maior teor de MS. Douglas *et al.* (2006) explicaram que há variações sazonais da quantidade de água no solo sob as árvores, tendendo a ser maior nos períodos mais secos do ano na área com árvores, ao passo que, nos períodos mais chuvosos, o solo da área sem árvores tende a apresentar maior quantidade de água devido ao aumento do consumo de água e da interceptação de chuva pelas árvores, nesta época do ano.

Daccarett e Blydenstein (1968) também não encontraram redução na disponibilidade de matéria seca da forragem sob influência de diferentes espécies arbóreas, assim como este trabalho não apresentou diferença de produção de MS entre os sistemas. Em contrapartida, Carvalho *et al.*, (1994) relataram menor produtividade do *B. brizantha* sombreado em relação à forrageira na área de sol. Entretanto, destacam que a maior disponibilidade de MS ocorreu devido à maior quantidade de material morto.

A presença da sombra retarda a perda de água pelas plantas e, conseqüentemente, influencia a sobrevivência e a queda de folhas. A quantidade de material morto, em períodos de severo estresse hídrico, foi de 38% para gramínea sombreada e 82% na não sombreada (Durr e Rangel, 2003). Sousa (2005) também encontrou maior quantidade de material morto nas forrageiras não sombreadas, o que não é desejável sob ponto de vista nutricional, pois influencia o consumo voluntário do animal a pasto. Além disto, o material morto serve como substrato para proliferação de fungos que podem causar fotossensibilização.

Para as variáveis FDA (fibra em detergente ácido), FDN (fibra em detergente neutro), PB (proteína bruta) e Ca (cálcio) houve efeito da interação entre sistemas de produção e dias de coleta (tabela 4).

Tabela 4 – Estimativas de Médias de Fibra em Detergente Ácido (FDA), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Proteína Bruta (PB) nos sistemas silvipastoril (SSP) e pleno sol (S) em dois sistemas de produção e três dias de coleta (Maio, Julho e Novembro) no ensaio realizado em Confins, ano 2009

Mês	FDA(%)		FDN(%)		PB(%)		Ca(%)	
	SSP	S	SSP	S	SSP	S	SSP	S
Maio	36,56 <sup>aA</sup>	38,1 <sup>aA</sup>	79,07 <sup>aA</sup>	79,17 <sup>aA</sup>	9,34 <sup>aA</sup>	8,69 <sup>aA</sup>	0,66 <sup>aB</sup>	0,64 <sup>aA</sup>
Julho	34,84 <sup>aA</sup>	34,83 <sup>aB</sup>	65,49 <sup>aC</sup>	71,44 <sup>aC</sup>	7,48 <sup>aB</sup>	5,74 <sup>bB</sup>	0,82 <sup>aA</sup>	0,66 <sup>bA</sup>
Novembro	35,62 <sup>aA</sup>	31,02 <sup>bC</sup>	76,53 <sup>aB</sup>	74,47 <sup>aB</sup>	8,98 <sup>aA</sup>	6,00 <sup>bB</sup>	0,38 <sup>bC</sup>	0,58 <sup>aA</sup>
CV(%)	6,02		4,88		27,15		18,57	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ). CV (coeficiente de variação)

FDA (fibra em detergente ácido), FDN (fibra em detergente neutro), PB (proteína bruta) e CA (cálcio)

Verifica-se na tabela 4 que FDN e PB nos dois sistemas de cultivo e FDA a pleno sol, foram superiores no mês de Maio, reduzindo significativamente no mês de Julho e Novembro. Entretanto, Ca foi superior no mês de Julho no SSP e sistema a pleno sol. Já FDA no SSP e Ca a pleno sol, não tiveram diferença nas três coletas ( $p < 0,05$ ).

Daccarett e Bludenstein (1968) destacaram que a forragem sombreada pode ter teores mais elevados de fibra. No presente trabalho, os teores de FDA, foram superiores no SSP na terceira coleta e FDN não apresentou diferença entre os sistemas. Carvalho et al., (2002) e Reis (2007) não observaram diferença estatística entre os sistemas estudados destas mesmas variáveis.

Os teores de PB foram mais elevados na forragem sombreada tendo como parâmetro a que cresceu em pleno sol, nos meses de Julho e Novembro. Para Ca os índices apresentaram-se maiores para SSP em Julho, ocorrendo ao contrário em Novembro. Já FDA foi maior para SSP apenas em Novembro ( $p < 0,05$ ).

A elevação do valor protéico desta forragem apresenta-se como um grande enriquecimento nutricional para as pastagens sombreadas, visto que, de forma geral, estas são pobres nos valores protéicos. Segundo Van Soest (1994) 1% de N (nitrogênio) é igual a 6,25% de PB considerado o mínimo satisfatório para que ocorra a fermentação ruminal necessária. O SSP mostrou que mesmo no período seco esse valor não decaiu, mostrando seu grande incremento nutricional.

Os resultados do presente trabalho estão de acordo com Reis, (2007) onde este obteve na pastagem sombreada com Ipê Felpudo 8,62% de PB sendo que a sua monocultura (*B. brizantha*) apresentou-se com 5,19% de PB. Andrade et al. (2002) encontraram na pastagem sombreada um teor de PB 50% a cima em relação à não sombreada, atribuindo estes valores a uma concentração superior de N no solo, devido ao aumento da MO nos solos sob árvores. Andrade et al., (2001) concluíram que a adubação nitrogenada elevou os teores de N da forragem.

De acordo com dados encontrados por Paulino *et al.* (2005), os valores protéicos da *B. brizantha* do presente trabalho apresenta-se a cima do esperado para a época do ano descrita, na segunda e terceira coleta.

Observa-se que o Ca (tabela 4) diferiu estatisticamente no mês de Julho sendo maior no SSP e menor no mês de Novembro ( $p < 0,05$ ). Na literatura, não há um consenso sobre a influência da sombra sob o nível de Ca na forragem. Carvalho *et al.* (1994) e Castro *et al.* (2001) relatam maiores teores deste nutriente na forragem sombreada. Por outro lado, Andrade *et al.* (2002) encontraram na forrageira com sombreamento menores teores de Ca quando comparado com o sistema a pleno sol, 0,21 e 0,26, respectivamente. Isto foi atribuído à menor taxa de amadurecimento desta gramínea, pois o Ca, por ter baixa mobilidade, tende a ser mais elevado nas folhas mais velhas.

Na tabela 5, apresentou-se as média dos três dias de coletas, nos dois sistemas de produção. Houve efeito significativo de sistemas de produção para IAF e ALT.

Tabela 5 – Estimativas de Médias Índice de Área Folhear (IAF) e Altura (ALT) nos três dias de coleta, nos dois sistemas de produção, no ensaio realizado em Confinos, ano 2009

Sistemas de Produção	Variáveis	
	IAF	ALT (cm)
Silvipastoril	3,49 <sup>A</sup>	18,77 <sup>A</sup>
Pleno Sol	2,95 <sup>B</sup>	13,93 <sup>B</sup>
CV (%)	25,50	41,0

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ )

Observa-se que o IAF e a ALT foram superiores no SSP, comparados ao Pleno sol ( $p < 0,05$ ).

Ambas variáveis são indicativas de uma maior produção de folha quanto de planta no geral, por apresentarem maior quantidade de folha e haste. Porém, Ludwig *et al.* (2004) esclareceram que a sombra pode ter efeitos tanto negativos quanto positivos na produtividade vegetal. As temperaturas mais amenas na sombra beneficiam o crescimento das plantas. Por outro lado, a redução da luminosidade pode reduzir a produtividade e, conforme Silva-Pando *et al.* (2002), influenciar taxas ótimas de fertilização.

Para as variáveis IAF, PF, baseado na matéria verde e ALT houve efeito entre dias de coleta (tabela 6).



Tabela 6 – Estimativas de Médias de Índice de Área Folhear (IAF), Produção de Forragem (PF) e Altura (ALT) nos três dias de coleta (Maio, Julho e Novembro), nos dois sistemas de produção, no ensaio realizado em Confinos, ano 2009

Meses de Coleta	Variáveis		
	IAF	PF (g)	ALT (cm)
Maio	3,7741 <sup>A</sup>	591,4136 <sup>A</sup>	16,1818 <sup>B</sup>
Julho	3,2645 <sup>A</sup>	191,5545 <sup>B</sup>	6,7273 <sup>C</sup>
Novembro	2,6364 <sup>B</sup>	639,5410 <sup>A</sup>	26,1591 <sup>A</sup>
CV(%)	25,50	45,61	41,0

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ )

Verifica-se na tabela 6 que IAF manteve-se superior nas coletas de Maio e Julho, PF na de Maio e na de Novembro e ALT foi maior no mês de Novembro, seguido de Maio e Julho, respectivamente ( $p < 0,05$ ).

A maior produção de forragem na primeira e segunda coletas deve-se ao fato de que nestas épocas observa-se um maior desenvolvimento das plantas, quando comparados ao período seco demonstrado na coleta 2. Isto também justifica a altura dessas forragens serem menores na segunda coleta e maiores na última.

A sombra poderá reduzir a produção de MS da forragem, que ocorre de forma mais acentuada nas gramíneas C4 em relação a C3. A manutenção da produção de MS ou até mesmo a persistência em ambientes sombreados dependem da capacidade da planta de realizar modificações morfológicas e bioquímicas nestas condições, tais como maior área foliar para a absorção da luz, menores taxas de respiração, menores pontos de compensação e de saturação e menores taxas de saturação fotossintética. Entretanto, estas modificações podem comprometer a produtividade (Cavagnaro e Trione, 2007).

Paciullo *et al.*, 2009 não encontraram diferença ( $p < 0,05$ ) na composição química bromatológica da forragem verde do capim braquiária entre as pastagens dos dois sistemas avaliados para nenhuma das épocas do ano, diferindo do presente trabalho. Este resultado encontrado por estes autores surpreende, considerando-se as melhorias do valor nutritivo de gramíneas expostas ao sombreamento (Paciullo *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2007; Soares *et al.*, 2009). No entanto, a literatura também mostra efeitos inconsistentes da sombra nos teores de fibra e na digestibilidade de forrageiras. Dependendo de espécies, época do ano e percentagem de sombreamento, ocorre aumento, redução ou ausência de efeitos do sombreamento sobre os teores de FDN e ligninas (Deinum *et al.*, 1996). No trabalho de Paciullo *et al.* (2009), demonstrou-se que a área da pastagem sob sombreamento mais intenso representava aproximadamente 30% da área total do SSP, uma vez que as árvores estavam dispostas em faixas na pastagem. É possível que os efeitos benéficos das árvores sobre o valor nutritivo do capim

braquiária, que crescia sob bosque, tenham sido diluídos nos valores médios obtidos em todo o sistema, principalmente porque 70 % das amostras foram coletadas na área de 30 m de capim braquiária, entre as faixas de árvores. Tal fato contribuiu para a semelhança dos valores obtidos no SSP e na pastagem exclusiva deste tipo de forrageira.

Desta forma, há necessidade de uma escolha criteriosa dos componentes do sistema, pois conforme Gautam *et al.* (2002), o crescimento horizontal e vertical das raízes finas varia entre as espécies arbóreas e interfere diretamente na competição com a vegetação sob a copa das árvores. Entretanto, além do componente genético, fatores climáticos e de manejo também influenciam o desenvolvimento das raízes finas das árvores. Em condições limitantes como baixa umidade no solo, esta competição se agrava. Para otimizar a produção de biomassa das árvores e forragens do sistema agroflorestal como recomenda-se o plantio de árvores no sentido norte-sul. Sousa (2005) destacou a importância do manejo adequado em sistemas silvipastoris por meio de podas e ajuste da densidade das árvores para otimizar as relações entre os componentes do sistema. Em relação ao ajuste da carga animal, Brassard e Barcellos (2005) relataram que a redução na porosidade na superfície do solo é parcialmente limitante ao desenvolvimento radicular homogêneo em todo o volume do solo e este fator agrava-se em virtude do manejo do gado (pisoteio e sobrepastejo).

#### **4 – CONCLUSÕES**

Há considerável incremento nutricional nas forragens sombreadas mesmo no período das secas, onde o valor protéico superou as expectativas. A presença da arbórea Eucaliptus não interferiu na produção de MS da forrageira em nenhuma das épocas do ano. As árvores aparentemente amenizaram o estresse hídrico da forrageira e influenciou na composição mineral desta. O sistema silvipastoril demonstrou o potencial de ser uma opção sustentável de produção animal, ao contribuir para o valor nutritivo da forragem até mesmo em um período de reduzida pluviosidade.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, 2001.

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

ARMANDO, M.S. Agrodiversidade: ferramenta para uma agricultura sustentável. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 23p.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRDA, S.G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: SP. Prol Editora Gráfica. p. 583. 2006.

BRASSARD, M.; BARCELLOS, A.O. Conversão do Cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de latossolos. Cadernos de Ciência e tecnologia, v.22, n.1, p. 153-168, 2005.

BURESH, R.J.; TIAN, G. Soil improvement by trees in sub-Saharan Africa. Agroforestry Systems, v.38, p.51-76, 1998.

CARVALHO, M.M., FREITAS, V.P., ALMEIDA, D.S. et al, Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem em pastagens de braquiária. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.23, n.5, 1994.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n.5, p.717-722, 2005.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.1959-1968, 2001.

CAVAGNARO, J.B.; TRIONE, S.O. Physiological, morphological and biochemical responses to shade of *Trichoris crinita*, a forage grass from the arid zone of Argentina. *Journal of Arid Environments*, v.68, p.337-347, 2007.

COMPÊNDIO brasileiro de alimentação animal: métodos analíticos. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998. 199p.

CUNNIFF, P. Official methods of analysis of AOAC International. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1016p.

DACCARETT, M., BLYDENSTEIN, J. La influencia de árboles leguminosos sobre el forage que crece bajo ellos. *Turrialba*, v. 18, n.4, 1968.

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

DOUGLAS, G.B.; WALCROFT, A.S.; HURST, S.E.; POTTER, J.F.; FOOTE, A.G.; FUNG, L.E.; EDWARDS, W.R.N.; VAN DEN DIJSSSE, C. Interactions between widely spaced young poplars (*Populus* spp.) and the understory environment. *Agroforestry Systems*, v.67, p.177-186, 2006.

DURR, P.A.; RANGEL, J. Enhanced forage production under *Samanea saman* in a subhumid tropical grassland. *Agroforestry Systems*, v.54, p.99-102, 2002.

DURR, P.A.; RANGEL, J. The response of *Panicum maximum* to a simulated subcanopy environment. 2. Soil x shade x water interaction, *Tropical Grasslands*, v.37, p.1-10, 2003.

FERNANDES, E.C.M.; NEVES, E.J.M.; MATOS, J.C.S. Agroforestry, managed fallows and forest plantations for rehabilitating deforested areas in the Brazilian amazon. In: FORESTRY FOR DEVELOPMENT: POLICY, ENVIRONMENT, TECHNOLOGY AND MARKETS. PANAMERICAN FORESTRY CONGRESS, BRAZILIAN FORESTRY CONGRESS, 1994, São Paulo. Anais.... Sao Paulo – Brasil: Brazilian Society of Silviculture Brazilian Society of Forestry, 1994. p. 96-101.

GAUTAM, M.K.; MEAD, D.J.; CHANG, S.X.; CLINTON, P.W. Spatial variation and understorey competition effect of *Pinus radiata* fine roots in a silvopastoral system in New Zealand. *Agroforestry Systems*, v.55, p.89-98, 2002.

KANEGAE, M.F.; BRAZ, V.S.; FRANCO, A.C. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos Cerrados do Brasil Central, *Revista Brasileira de Botânica*, v.23, n.4, p.459-468, 2000.

LUDWIG, F.; KROON, H.; BERENDSE; PRINS, H.H.T. The influence of savanna trees on nutrient, water and light availability and the understorey vegetation. *Plant Ecology*, v.170, p.93-105, 2004.

MACEDO, M.C.M Pastagens no ecossistema cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, n.32, Brasília. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.26.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso de fertilizantes. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 32p.

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

PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; JUNIOR, J.D.M. et al., Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. Pesq. Agropec. bras. Brasília. V. 44, n.11, p. 1528-1535, 2009.

PAULINO, M.F.; PORTO, M.O.; LAZZARINI, I. Uso de suplementos múltiplos para recria de vacas mestiças. In: III Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite. Belo Horizonte:MG. Escola de Veterinária da UFMG. p.117-142. 2005.

PERON, A.J.; EVANGELISTA, A.R. Degradação de pastagens em região de Cerrado. Ciência agrotécnica, v. 28, n.3, p. 655-661, 2004.

PRADO, G.F. A Suplementação Mineral em Sistemas de Pastejo. Manejo da Pastagem Curso de pós graduação aprovado pelo MEC (MÓDULO X),Uberaba-MG: FAZU, 2009, p.45.

REIS, G.L. Influência de um Sistema Silvipastoril estabelecido no bioma Cerradi sobre a Ciclagem de nutrientes, atributos do solo, da forrageira e do armazenamento de Carbono, Brasil. Belo Horizonte: MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 102p. Tese (Dissertação em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

ROBERTSON, J.B., VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W. P. T., THEANDER, O. (Ed.) The analysis of dietary fiber in food. New York: Marcel Dekter, 1982. p. 123-158.

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

SERRÃO, E.A.; NEPSTAD, D.C.; WALKER, R.T. Desenvolvimento Agropecuário e florestal de terra firme na Amazônia: Sustentabilidade, criticabilidade e resiliência. In: HOMMA, A.K.O. (Ed.) Amazônia meio ambiente desenvolvimento agrícola. Brasília. EMBRAPA. 1998. Cap. 14, p. 367-386.

SILVA, S. C. Manejo das plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Cynodon* e *Setaria*. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). Volumosos para bovinos. 2.ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 1995. p. 29-57.

SILVA-PANDO, F.J.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P.; ROZADOS-LORENZO, M.J. Pasture production in a silvopastoral system in relation with microclimate variables in the atlantic coast of Spain. *Agroforestry Systems*, v.56, p. 203-211, 2002.

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 de Zootecnia*, v.38, p.443-451, 2009.

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

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; HAAN, C. *Livestock's long shadow: environmental issues and options* [Roma, Itália], 2006. Disponível em <<http://www.virtualcentre.org>> Acesso em 18 de abril, 2010.

TIESSEN, H.; STEWART, J. W. B.; HUNT, H. W. Concepts of soil organic matter transformations in relation to organo-mineral particle size fractions. *Plant and Soil*, v.76, p. 287-295, 1984.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.



## CAPÍTULO IV

### **Avaliação da arbórea *Eucalyptus*, constituindo um sistema silvipastoril, em bioma Cerrado, no comportamento de vacas leiteiras mestiças**

#### **RESUMO**

Este estudo foi realizado para avaliar o efeito do sistema agroflorestal pecuário com arbóreas *Eucalyptus* (Eucalípto) no comportamento animal de vacas mestiças holandês x zebu de segunda cria, criadas a pasto (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). Foram utilizados 20 animais, sendo 10 em cada sistema (Silvipastoril e Pleno Sol) e analisados os seguintes parâmetros: pastejando, ruminando, ócio, defecando, urinando e bebendo água, com medidas tomadas a cada cinco minutos. Utilizou-se o delineamento inteiramente Casualizado em parcelas subdividida. Foi feito os testes de Lilliefors e Bartlett para verificar normalidade e homocedasticidade de variâncias, respectivamente. As variáveis foram submetidas à análise de variância, e quando significativas foram avaliadas pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ). Para urinando, defecando e ingestão de água foi feito estudo de associação para período total e por dia de coleta pelos testes de Qui-quadrado e Exato de Fisher, respectivamente. A única variável que apresentou diferença significativa foi o tempo de ócio que apresentou-se menor no sistema silvipastoril na primeira e terceira coleta. Como hipótese para explicar a ausência de diferença entre sistemas de cultivo, sugere-se que as condições climáticas foram pouco estressantes.

**Palavras-chave:** comportamento animal, sistema agroflorestal pecuário, vacas mestiças holandês x zebu

## **Evaluation of the Eucalyptus tree, constituting a silvopastoral system in the Cerrado biome, in the behavior of crossbred dairy cows**

### **ABSTRACT**

This study was conducted to evaluate the effect of livestock agroforestry system with *Eucalyptus* trees (*Eucalyptus*) in animal behavior of crossbred Holstein x Zebu creates a second, raised on pasture (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). We used 20 animals, 10 in each system (silvopastoral and full sunlight) and analyzed the following parameters: grazing, ruminating, idle, defecating, urinating and drinking, with measurements taken every five minutes. Was used a randomized design in subdivided parcels. Was made the Lilliefors and Bartlett tests to check normality and homoscedasticity of variances, respectively. The variables were subjected to analysis of variance and when significance was assessed by SNK test ( $p < 0, 05$ ). For urinating, defecating and drinking water was made for association study period and total collection per day by either Chi-square and Fisher, respectively. The only variable that was significantly different leisure time was lower than in the silvopastoral system in the first and third collection. As a hypothesis to explain the lack of difference between cropping systems, it is suggested that climatic conditions were less stressful.

**Keywords:** animal behavior, agroforestry livestock, crossbred Holstein x Zebu

## 1 – INTRODUÇÃO

Como as atividades humanas, incluindo a agropecuária, têm contribuído para o desmatamento, desertificação, degradação do solo, redução da disponibilidade de água potável, extinção de espécies, contribuição para o aquecimento global e para a destruição da camada de ozônio, torna-se necessário repensar alguns conceitos vigentes (Paris e Paris, 1996).

O sistema de criação de bovinos a pasto é influenciado por uma série de fatores e suas interações que poderão afetar o comportamento ingestivo dos animais, comprometendo o seu desempenho e, conseqüentemente, a viabilidade da propriedade (Pardo *et al.*, 2003). Os ruminantes podem modificar um ou mais componentes do seu comportamento ingestivo com a finalidade de minimizar os efeitos de condições alimentares desfavoráveis, conseguindo, dessa forma, suprir os seus requisitos nutricionais para a manutenção e produção (Forbes, 1998).

A qualidade de uma vaca é a resultante das relações entre seu mérito genético e suas experiências com os componentes ambientais (estatus nutricional, sanidade, interação social e temperatura). O estresse térmico altera a homeostase das vacas de leite, induzindo a reações de regulação na tentativa de manutenção do equilíbrio térmico. As reações mais conhecidas incluem a redução do consumo de matéria seca, redistribuição do fluxo sanguíneo e o aumento da perda de calor por evaporação (respiração e sudorese). Conseqüentemente, a função digestiva, a absorção e o metabolismo de nutrientes, as funções fisiológicas como regulação do balanço ácido básico sanguíneo e a produção animal ficam alterados.

Um dos maiores problemas na produtividade do rebanho em algumas regiões do Brasil seria a baixa adaptação de raças bovinas leiteiras especializadas às condições de clima e manejo, selecionadas em regiões temperadas. Pesquisas recentes têm mostrado que a criação de animais em ambientes de conforto e bem-estar refletem em melhores desempenhos produtivo e reprodutivo. Assim, diminuir os efeitos dos climas tropicais e subtropicais tem sido uma constante preocupação dos produtores, procurando minimizar os efeitos produtivos danosos provenientes do estresse calórico.

Durante o verão, fatores como temperatura e umidade relativa do ar causam desconforto aos animais menos adaptados e, podem causar em casos extremos, a morte desses. A permanência do calor excessivo reduz a ingestão alimentar e aumenta o gasto de energia para manutenção da homeotermia (Mader *et al.*, 1999). Dessa forma, o estresse calórico diminui a produção de leite e a eficiência reprodutiva resultando em baixo desempenho dos animais (Armstrong *et al.*, 1993).

A implementação de sombra é uma das primeiras medidas usadas como modificação do ambiente para proteger o animal de um excessivo ganho de calor

proveniente da radiação solar e, assim, diminuir o estresse calórico. Uma nova proposta tem surgido como alternativa para os sistemas de pastejo tradicionais, que consiste na utilização de SSP's. Estes se caracterizam pelo cultivo de espécies arbóreas em associação com pastagens. As árvores, além de serem cada vez mais necessárias para melhorar a produção, qualidade e a sustentabilidade das pastagens, contribuem para o conforto animal, pela provisão de sombra, atenuando as temperaturas extremas, diminuindo o impacto de chuva e vento, servindo assim, como abrigo (Carvalho, 1998). A presença do animal na pastagem funciona como um acelerador no processo de ciclagem de nutrientes no sistema, pois grande parte da biomassa que consomem retorna ao solo sob a forma mais degradada (fezes e urina) (Veiga *et al.*, 2001).

Este experimento foi realizado para avaliar o efeito do sistema agroflorestal pecuário com arbóreas *Eucalyptus* (Eucalípto) no comportamento animal de vacas mestiças holandês x zebu de segunda cria, criadas a pasto (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), tendo como controle uma pastagem com o mesmo cultivar, porém monocultura.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 – Localização do sistema e principais características**

O experimento foi conduzido em um sistema silvipastoril localizado na fazenda Fidalgo, no município de Confins, com as seguintes coordenadas geográficas: 19°54'32'' Sul e 43°58'18'' Oeste, localizado a 5 km do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, de onde foram fornecidos os dados de pluviosidade. A região caracteriza o bioma típico do Cerrado no Estado de Minas Gerais, Brasil. A média de temperatura no SSP e a pleno sol foram de 31,4°C e a umidade relativa teve média de 42%. Este sistema foi desenvolvido 1994 sem queimadas, utilizando apenas a roçada e com a implantação das arbóreas *Eucalyptos sp.* Durante o experimento, as árvores apresentavam-se em uma altura de 15 a 25 m de altura, DAP (diâmetro a altura do peito) de 40 a 60. A densidade adotado do SSP foi de 150 árvores/hectare.

A pastagem utilizada tanto neste sistema quanto no controle (adjacente ao SSP), foram plantadas logo na implantação do sistema, por meio de tração animal com uso de fosfato natural e calcário, estes em quantidades recomendadas a partir da análise prévia dos solos. A área nunca foi queimada e sempre foi utilizada como fonte de forragem para os animais. No SSP as sementes foram distribuídas manualmente entre as árvores. Ambos os sistemas eram constituídos de uma área de 1,5 hectares sendo que a carga animal utilizada por eles (bovinos), em ambas as pastagens, foram ajustadas de acordo

com a produção forrageira, sendo que cada piquete era parte de um sistema rotacionado, onde os animais ficavam em torno de três dias sob pastejo, ausentando-se destes durante 30 dias. No início do ensaio, foram aplicados a calagem e adubação de acordo com a recomendação da análise do solo do local.

## 2.2 – Tratamentos e Obtenção de dados

Para a avaliação do comportamento dos animais, utilizaram-se dez animais por sistema, sendo estes, vacas Holandês x Zebu (1/2 sangue) todas de segunda cria (lotes homogêneos) e em lactação (média de produção por vaca de 15 litros de leite por dia). Estes animais passaram por um período de adaptação de 20 dias em piquetes semelhantes e adjacentes aos que foram analisadas. Nos dias de observação foram coletados os seguintes dados: tempo de pastejo, ócio, ruminação e frequência de ocorrência que os animais bebiam água, urinavam e defecavam, em ambos os sistemas, sendo as medidas tomadas a cada cinco minutos. O experimento foi realizado em três dias consecutivos (17 de Janeiro ao dia 19 de 2010). As observações iniciavam-se pelo período da manhã (9 horas), eram interrompidas das 14 às 16 horas para a ordenha da tarde e seguia-se até as 19 horas.

Para a análise do microclima local de cada sistema, coletou-se, em doze pontos por sistema, dados de luminosidade total (UM), radiação fotossinteticamente ativa (WAT), umidade relativa (RH) e temperatura (T), para obter os dados de luminosidade total. Para obter os valores reais dos níveis de sombreamento, utilizou-se a mesma metodologia descrita por Lima (2006). Esse autor utilizou um sensor quântico Li-COR e a fórmula:  $\text{sombreamento real} = I/I_0 \times 100$ , onde  $I$  foi a radiação fotossinteticamente ativa ( $RFA$ ) dentro de cada estrutura montada e  $I_0$  a  $RFA$  obtida no tratamento a pleno sol. As aferições foram realizadas das seis horas às 17 horas, com intervalos de 30 minutos. Estes dados foram coletados três dias ao longo de todo experimento nas seguintes datas: 15 de Maio de 2009, 25 de Julho de 2009 e 25 de Janeiro.

## 2.3 – Análises estatísticas

Para análise do comportamento animal, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas com sistema na parcela e dia de coleta na subparcela. Para o tempo de ócio, ruminação e pastejo foram feitos os testes de Lilliefors e Bartlett para verificar normalidade e homocedasticidade de variâncias. Essas variáveis foram submetidas a análise de variância, e quando significativas foram avaliadas pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ). Para frequência de urina e ingestão de água foi feito estudo de associação para período total e por dia de coleta pelos testes de Qui-quadrado e Exato de Fisher, respectivamente.

Para análise de luminosidade total, utilizou-se análise de variância e testes de hipótese de Fisher para contraste entre sistema de produção. A análise foi realizada por coleta.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 observa-se efeito da arbórea tanto para UM quanto para WAT, nas duas primeiras coletas. Já no último dia, estes valores não diferiram estatisticamente.

Tabela 1 – Estimativas de Médias de UM e WAT nos sistemas silvipastoril (SSP) e pleno sol (SOL) em dois sistemas de produção e três dias de coleta no ensaio realizado em Confins, ano 2009

Coleta	UM(wat/m <sup>2</sup> )		WAT(μ/m <sup>2</sup> )	
	SSP	SOL	SSP	SOL
1	264,08 <sup>bc</sup>	517,16 <sup>Ac</sup>	162,219 <sup>bb</sup>	264,9513 <sup>ac</sup>
2	326,30 <sup>bb</sup>	836,07 <sup>ab</sup>	189,4282 <sup>bb</sup>	466,7541 <sup>ab</sup>
3	1306,43 <sup>aa</sup>	1518,50 <sup>aa</sup>	464,0438 <sup>aa</sup>	750,4386 <sup>aa</sup>
CV(%)	15,67		16,03	

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ). CV (coeficiente de variação)

Nota-se na tabela 1 que UM e WAT foram superiores no sistema a pleno sol ( $P < 0,05$ ), caracterizando a interferência das árvores na passagem de radiação solar para o sistema, amenizando o clima local.

Os valores da última coleta, que foram adquiridos no mesmo período da realização do experimento da parte de comportamento animal, justificam a ausência de diferença nos parâmetros ruminação e pastejo, pois nesta época não foram significativos os efeitos do sol.

Já nas variáveis T e RH, verifica-se na tabela 2 que não houve efeito significativo entre os sistemas, diferente para as coletas.

Tabela 2 – Estimativas de Médias de T e RH nos três dias de coleta, nos dois sistemas de produção, no ensaio realizado em Confinos, ano 2009

Coleta	Variáveis	
	T(°C)	RH(%)
1	24,60 <sup>C</sup>	57,84 <sup>A</sup>
2	27,05 <sup>B</sup>	47,82 <sup>B</sup>
3	31,54 <sup>A</sup>	42,21 <sup>C</sup>
CV(%)	10,57	6,18

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK (p<0,05)

A T apresentou-se superior no último dia de coleta, seguido do segundo e primeiro (P<0,05). Já a RH foi diminuindo de forma crescente nos dias das coletas (P<0,05).

Na tabela 3 observa-se as médias de tempo de ócio, ruminação e pastejo no SSP e a pleno sol.

Tabela 3 - Média de tempo de ócio, ruminação (RUM) e pastejo (PAST), em minutos nos sistemas silvipastoris e a pleno sol em três dias de coleta no ensaio realizado em Confinos, ano 2010

Dia	ÓCIO		RUM*		PAST*	
	SSP	S	SSP	S	SSP	S
1º	32 <sup>bc</sup>	77,5 <sup>ac</sup>	121	83	281,5	250,1
2º	125,5 <sup>aA</sup>	106,5 <sup>ab</sup>	99,5	76,5	246,5	284
3º	92,5 <sup>bb</sup>	137,5 <sup>aA</sup>	101,5	95,5	277	255
Médias	-	-	107,33	85	268,33	263,03
CV(%)	49,94		30,92		19,21	

S- Sistema a pleno sol; SSP- Sistema silvipastoril

\*Efeito não significativo pelo teste F(p>0,05)

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste SNK (p<0,05)

Verifica-se que não houve efeito no tempo de pastejo e ruminação entre os sistemas de cultivo, bem como, entre dias de coleta, indicando o mesmo comportamento dos animais em relação a essas variáveis (tabela 3).

Durante as épocas de inverno, os animais passam mais tempo ruminando em relação às épocas de verão (Shultz, 1983). Damasceno *et al.*, (1999), ao analisarem vacas ½ sangue, verificaram que há uma preferência dos animais em ruminar deitados, principalmente nos períodos fora das horas mais quentes do dia. Sendo assim, as

maiores frequências de ruminação ocorrem entre 22hs e 5hs horas e as maiores frequências de ócio ocorrem normalmente, entre 11hs e 14hs.

Com o objetivo de avaliar aspectos comportamentais, tais como tempo de pastejo, tempo deitado ou em pé, no sol ou na sombra Leme *et al.*, (2005) realizaram um experimento com vacas mestiças secas Holandês x Zebu mantidas em pastagem de *Brachiaria decumbens* em SSP's. Esses autores evidenciaram que o SSP's constitui um eficiente método para criação de animais especializados para a produção de leite, fornecendo um ambiente de conforto térmico e que a procura dos animais por ambientes sombreados, durante o verão, mostra a necessidade da provisão de sombra, especialmente usando-se espécies arbóreas com copas globosas e densas, como por exemplo, *Acácia mangium*, para que os animais possam viver em um ambiente mais favorável.

Além disso, estes autores relataram que houve uma tendência dos animais passarem mais tempo comendo durante o verão do que no inverno. Embora no verão a pastagem estivesse de melhor qualidade e, por isso, se esperasse uma redução no tempo de alimentação, o SSP pode ter fornecido um conforto térmico para os animais e, assim, eles permaneceram maior tempo se alimentando. Uma vaca em lactação necessita de pastear cerca de 10 horas para consumir alimento necessário para produzir 12 kg de leite. Entretanto, quando mantida em ambiente quente, ela não terá tempo de pastejo suficiente para atingir tal produção, uma vez que o período de pastejo será menor nos dias seguintes (Ferreira, 2005).

Lucas (2004) realizou um estudo com o objetivo de avaliar o desempenho animal e a dinâmica de três pastos em SSP. O estudo possibilitou concluir que animais em SSP expressam altos níveis de desempenho. A autora ressalta que ainda são necessários vários estudos sobre o efeito em ambiente silvipastoril, com avaliações do comportamento, conforto e desempenho animal.

No presente trabalho, nota-se que o tempo de ócio foi menor no SSP em relação a pleno sol nos dias 1 e 3 ( $p < 0,05$ ) (tabela 3), não havendo diferença estatística no segundo dia. Em relação aos dias de coleta, verificou-se menor tempo de ócio no primeiro dia de coleta nos dois sistemas de produção. Já na segunda e terceira coleta houve inversão de resposta, indicando interação complexa entre os dias de coleta e sistemas de cultivo ( $p < 0,05$ ). A frequência de ingestão de água e a variável urinando e defecando não apresentaram diferenças em relação aos sistemas de produção e dias de coleta ( $p < 0,05$ ).

A ausência de resultados significativos explica-se pelo fato de que nesta época do ano a temperatura e umidade não foram diferentes entre os sistemas, não exigindo uma mudança excessiva no comportamento dos animais. Entretanto, o tempo de ócio foi menor no sistema SSP na primeira e terceira coleta, comprovando ainda a influência do sistema sombreado, dados estes que se assemelham ao experimento conduzido por Leme *et al.*, (2005), onde estes relatam uma procura maior dos animais pela sombra no verão. Essa ausência de significância nas variáveis pode ser explicada pelo manejo



realizado da ordenha no período da tarde, pois este é o horário de maior incidência solar, o que poderia provocar um maior desconforto térmico ao animal e, a partir disso, resultar em dados mais expressivos.

Porém, o fato dos animais terem se mantido mais tempo em ócio pode ser demonstrado por valores numéricos uma tendência de menor ruminção e menor pastejo por estes animais, evidenciando uma busca dos animais por comportamentos que amenizam o estresse térmico. Tais afirmações estão de acordo com Silva (2000), que diz que aspectos etológicos alimentares estão relacionados à manutenção da homeostase térmica e a redução do estresse calórico.

Segundo Lucas (2004) animais protegidos do calor pastam por períodos mais longos, aumentando a taxa de consumo e apresentando elevações nas produções de carne e leite.

#### **4 – CONCLUSÕES**

Não houve diferença entre o SSP e a Pleno Sol, nas variáveis ruminando, pastejando, urinando, defecando e bebendo água. Deve-se ao fato de que nesta época do ano a temperatura e umidade não foram tão elevadas, não exigindo uma mudança no comportamento dos animais. Entretanto, o tempo de ócio foi menor no sistema SSP na primeira e terceira coleta, comprovando ainda a influência do sistema sombreado. Essa ausência de uma maior significância nas variáveis pode ser pelo manejo realizado da ordenha no período da tarde. Assim, mais trabalhos devem ser realizados, em condições mais estressantes, para compreender melhor sobre a influência deste sistema.

## 5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, D. V.; WELCHERT, W. T.; WIERSMA, F. Environmental modification for dairy cattle housing in arid climates: livestock environment. Saint Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1993.

CARVALHO, M.M. Arborização em pastagens cultivadas. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, n. 64, 37 p. 1998.

DAMASCENO, J.C., JUNIOR, F.B.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas holandesas com acesso a sombra constante ou limitada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, n. 34, p. 709-715, 1999.

FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FORBES, T.D.A. Researching the plant-animal interface: The investigation of ingestive behavior in grazing animal. Journal of Animal Science, v.66, n.9, p.2369-2379, 1998.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; et al. Comportamento de vacas mestiças Holandês Zebú, em pastagens de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. Ciencia e Agrotecnologia. Lavras v. 29, n.3, 2005.

LIMA, M.A. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. Cadernos de Ciência e Tecnologia. Brasília, 2006, v.19 n.3, p.451-472.

LUCAS, N.M. Desempenho Animal em Sistema Silvipastoril com Acácia-Negra (*Ácacia mearnsii* De Wild.) e Rendimento de Matéria Seca de Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Sob Dois Regimes de Luz Solar. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004, 127p. (Tese Doutorado).

MADER, T. L.; DAHLQUIST, J. M.; HAHN, G. L.; GAUGHAN, J. B. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *Journal of Animal Science*, v.52, n.12, p.1234-1279, 1999.

PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M.; MORENO, C.B; FERREIRA, E.X.; VINHA, R.J.; MONK, P.L. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 32, n. 6, p. 1408-1418, 2003.

PARIS, P.; PARIS, Q. Agriculture in the twenty-first century: agronomic and economic perspective. *Agricultura mediterrânea*, v.126, p.113-148, 1996.

SHULTZ, T.A. 1983. Weather and shade effects on cow corral activities. *Journal of Dairy Science*, 67: 868-873.

SILVA, R. G. Introdução à Bioclimatologia animal. São Paulo: Editora Nobel. 286 p. 2000.

VEIGA, J.B. et al. Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. In: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS: Opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. p. 41- 76.

VIANA, V. M.; MAURÍCIO, R. M.; MATTA-MACHADO, R.; et al. Manejo de la regeneración natural de especies nativas para la formación de sistemas silvopastoriles en las zonas de bosques secos del sureste de Brasil. *Agroforestería de las Américas*, v. 9, n. 33-34, p. 48-52, 2002.

## CONCLUSÕES FINAIS

Tendo como comparação uma pastagem manejada corretamente, a espécie arbórea estudada no presente trabalho, influenciou a fertilidade do solo beneficiando os índices de magnésio (Mg) e capacidade de troca catiônica total ou em pH 7 (CTC total), além da não interferência do Al na camada mais superficial (0 – 2 cm). Houve ainda um aumento da matéria orgânica (MO) e fósforo (P), possibilitando uma maior produtividade das forrageiras. Nos períodos estudados e na densidade estudada, a presença da arbórea *Eucalyptus* em pastagens BBM não prejudicou a produção de matéria seca (MS) da forrageira. As árvores puderam, aparentemente, amenizar o estresse hídrico das plantas e influenciou a composição mineral da mesma. Estas ainda contribuíram para melhorar os aspectos nutricionais da forragem, incrementando níveis de proteína bruta (PB). Ainda, para os animais, observou-se uma tendência da preferência dos mesmos pelo sistema sombreado quando estes permaneceram maior tempo em ócio no sistema a pleno sol. Dessa forma, pode-se dizer que o sistema silvipastoril demonstrou o potencial de prolongar a disponibilidade de forragem de qualidade em condições adversas ao desenvolvimento da pastagem, tornando-se uma alternativa sustentável para a produção animal.