

AA- Patv

## SISTEMAS SILVIPASTORIS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES

Domingos Sávio Campos Paciullo<sup>1</sup>, Marcelo Dias Müller<sup>1</sup>, Carlos Augusto de Miranda Gomide<sup>1</sup>, Maria de Fátima Ávila Pires<sup>1</sup>, Carlos Renato Tavares de Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Gado de Leite – Rua Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco, Juiz de Fora, MG.  
CEP: 36038-330. E-mail: domingos@cnppl.embrapa.br

### INTRODUÇÃO

Os sistemas silvipastoris são uma modalidade dos sistemas agroflorestais, nos quais se associam o cultivo de plantas lenhosas perenes, pastagens e a criação de ruminantes, em uma mesma unidade de manejo, em que deve haver tanto interações ecológicas como econômicas. Entre os benefícios do uso desses sistemas, destacam-se: possibilidade de aumento da fertilidade e conservação do solo (Xavier et al., 2002; Power et al., 2003), melhoria do conforto térmico para os animais (Paes Leme et al., 2005), aumento da qualidade da forragem e da produção animal (Deinum et al., 1996; Paciullo et al., 2007; Yamamoto et al., 2007; Paciullo et al., 2011a), possibilidade de diversificação e aumento de renda (Carvalho, 2001; Müller et al., 2011) e ganho por serviços ambientais como sequestro de carbono atmosférico, contribuindo para a mitigação de gases de efeito estufa (Schoeneberger, 2009).

A integração de animais e atividades florestais é bastante antiga. Conforme Garcia & Couto (1997), a iniciativa de se colocar bovinos para realizar o pastejo em áreas de florestas nativas da região Oeste dos Estados Unidos ocorre há mais de 125 anos. Esses autores citam, ainda, pesquisas realizadas nos Estados Unidos, Europa e Nova Zelândia, entre as décadas de 1930 e 1980, visando à utilização do sub-bosque como forma de aproveitamento pelos animais selvagens e animais domésticos, bem como controlar o desenvolvimento da vegetação herbácea. No Brasil, os estudos com sistemas silvipastoris se iniciaram, na maioria das regiões, entre o final da década de 1970 e o início da década de 1990 (Garcia & Couto, 1997; Carvalho et al., 2001a). Detalhes sobre as experiências e os primeiros resultados de pesquisas em sistemas silvipastoris no Brasil são apresentados em Veiga & Serrão (1990), Pereira & Rezende (1996) e Carvalho et al. (2001a).

SP 5800

7.388

Sob a ótica da necessidade de estudos de longa duração em sistemas silvipastoris, especialmente se for considerado o ciclo de produção do componente florestal, que pode alcançar mais de 10 anos, reconhece-se que as pesquisas no país ainda são relativamente recentes. A despeito desse fato, nos últimos anos tem aumentado o reconhecimento dos benefícios potenciais gerados pelos sistemas silvipastoris, de modo que vários tipos de sistemas em estudo em instituições de pesquisa do País começam a ser adotados em propriedades particulares e empresas comerciais. A adoção pelos produtores tem sido impulsionada por políticas governamentais de incentivo para implantação de sistemas agrossilvipastoris, nas suas variadas modalidades, entre elas os sistemas silvipastoris.

Nesse artigo são discutidos aspectos relacionados aos efeitos do sombreamento no componente pasto, assim como suas implicações para o manejo da pastagem. São abordadas questões associadas ao potencial de produção e à qualidade da forragem, em sistemas silvipastoris, e implicações no comportamento e desempenho animal.

### ESCOLHA DA ESPÉCIE FORRAGEIRA

A pesquisa sobre tolerância de forrageiras ao sombreamento tem avançado a partir de estudos realizados com diversas espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras em várias partes do mundo (Smith & Whiteman, 1983; Wong et al., 1985; Andrade et al., 2003; 2004; Soares et al., 2009; Paciullo et al., 2011d), o que tem permitido orientação segura para escolha da espécie mais adequada para compor sistemas silvipastoris.

Dentre as espécies de gramíneas que possuem tolerância mediana ao sombreamento estão algumas das forrageiras mais utilizadas para formação de pastagem no Brasil e em outras regiões tropicais e subtropicais, como *Brachiaria spp.* e *Panicum maximum* (Tabela 1). Gramíneas tais como *B. decumbens* cv. Basilisk, *B. brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *B. ruziziensis*, *P. maximum* cvs. Tanzânia, Massai e Vencedor apresentaram relativa tolerância ao sombreamento moderado, sendo potencialmente adequadas para sistemas silvipastoris (Castro et al., 1999; Carvalho et al., 2002; Andrade et al., 2004; Paciullo et al., 2007; Guenni et al., 2008; Soares et al., 2009; Silva et al., 2010; Paciullo et al., 2011d).

Informações disponíveis sobre a tolerância à sombra do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) sugerem que essa gramínea

apresenta tolerância entre média e baixa (Eriksen e Whitney, 1981; Pandey et al., 2011), refletindo, talvez, diferenças entre variedades. O capim-gordura é considerado pouco tolerante ao sombreamento, conforme conclusões de Garcia et al. (1994). A tolerância de leguminosas forrageiras ao sombreamento também varia entre espécies. Dentre as medianamente tolerantes encontram-se o *Calopogonium mucunoides*, a *Centrosema pubescens* e a *Pueraria phaseoloides*. O estilosantes (*Stylosanthes guianensis*) e o siratro (*Macropitium atropurpureum*) foram considerados como de baixa tolerância ao sombreamento (Wong, 1991; Andrade et al., 2003). O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) teve bom desempenho em condições de sombra, sendo considerado por Andrade et al. (2004) como tolerante ao sombreamento.

Tabela 1 - Gramíneas forrageiras tropicais tolerantes ao sombreamento moderado

Espécie/cultivar	Referência
<b>Gênero <i>Brachiaria</i></b>	
<i>B. decumbens</i>	Schreiner (1987), Andrade et al. (2003), Paciullo et al., (2007; 2011d), Guenni et al. (2008), Gobbi et al. (2009)
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	Dias-Filho (2000), Andrade et al. (2003), Soares et al. (2009), Paciullo et al. (2011d)
<i>B. brizantha</i> cv. Xaraes	Martuscello et al. (2009), Paciullo et al. (2011d)
<i>B. brizantha</i> cv. Piatã	Santos et al. (2012)
<i>B. humidicola</i>	Smith & Whiteman (1983), Dias-Filho (2000)
<i>B. ruziziensis</i>	Paciullo et al. (2011d)
<b>Gênero <i>Panicum</i></b>	
<i>P. maximum</i> cv. Vencedor	Castro et al. (1999)
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	Carvalho et al. (2002), Castro et al. (2009)
<i>P. maximum</i> cv. Massai	Andrade et al. (2004), Silva et al. (2010)
<b>Outros gêneros</b>	
<i>Hemarthria altissima</i>	Schreiner (1987)
<i>Paspalum notatum</i>	Schreiner (1987), Andrade et al. (2004)
<i>Setaria anceps</i>	Castro et al. (1999)

### RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DAS GRAMÍNEAS AO SOMBREAMENTO

Sabe-se que o dossel forrageiro sofre modificações morfofisiológicas quando submetido à competição com o componente arbóreo por recursos de crescimento, principalmente no que se refere à

competição pela radiação fotossinteticamente ativa (Dias-Filho, 2002; Paciullo et al., 2008; Gobbi et al., 2009). Nas últimas décadas, vários trabalhos têm contribuído com o aumento do conhecimento sobre esse assunto, conforme apresentado a seguir.

### Aspectos fisiológicos

Aumentos da área foliar específica com a diminuição da luminosidade têm sido observados para gramíneas de clima temperado (Kephart et al., 1992) e tropical (Paciullo et al., 2007). Da mesma forma, plantas submetidas ao sombreamento apresentam maiores teores de clorofila total que aquelas cultivadas em condições de sol pleno (Dias-Filho, 2002).

Dias-Filho (2002) examinou as respostas fotossintéticas de *B. brizantha* e *B. humidicola*, cultivadas em condições de luz plena e sombreamento. Para ambas as espécies, as plantas submetidas ao sombreamento apresentaram menor ponto de compensação de luz do que plantas expostas ao sol pleno, o que foi resultado das menores taxas de respiração no escuro por unidade de área foliar. Segundo os autores, baixa respiração no escuro e baixo ponto de compensação de luz são atributos de plantas tolerantes à sombra. O baixo ponto de compensação de luz é benéfico para que as plantas mantenham o balanço de carbono positivo sob condições de luminosidade reduzida. Para espécie de gramínea  $C_3$  (*Stipa speciosa*), Fernández et al. (2002) também constataram balanço de carbono positivo em condições de sombreamento moderado.

Outro resultado que demonstra ajustes nos processos fisiológicos, em função da redução da radiação incidente foram apresentados por Paciullo et al. (2011b). Esses autores avaliaram as biomassas de parte aérea, raízes e total, além das relações entre a biomassa do pasto e a RFA incidente em relavado de *B. decumbens*, submetido a três ambientes em termos de radiação. É interessante observar que as relações biomassa/RFA incidente foram maiores nos ambientes com menores RFA (Tabela 2). Para a parte aérea, essa relação foi 71% maior sob sombreamento intenso, quando comparado ao sol pleno. Para a biomassa total, o valor na sombra intensa foi 43% maior do que a sol pleno. Embora não tenham sido avaliadas as taxas fotossintéticas e respiratórias das plantas neste estudo, seus resultados sugerem uma maior eficiência de uso da radiação em condições de sombra, o que pode se constituir em mais um mecanismo de

plasticidade da gramínea quando submetida ao sombreamento. De fato, Guenni et al. (2008) verificaram maior eficiência do uso da radiação em gramíneas sombreadas, especialmente quando cultivadas em solos originalmente deficientes em N. Nesta situação, o sombreamento estimula o aumento da concentração de N na planta, contribuindo para aumentar a assimilação de carbono e, conseqüentemente, a eficiência de uso da radiação (Wilson & Ludlow 1991; Cruz, 1997).

Tabela 2 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), massas de parte aérea e raiz de *B. decumbens* (kg/ha) e relações massa/RFA, conforme a intensidade da RFA

Características	RFA incidente no sub-bosque de <i>B. decumbens</i> (%)		
	100	79	45
RFA ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	1.389	1.111	623
Massa de parte aérea	2.306	2.591	1.778
Massa de raiz	3.071	1.963	1.684
Massa total	5.377	4.554	3.462
<b>Massa/RFA</b>			
Parte aérea	1,66	2,33	2,85
Raiz	2,21	1,77	2,70
Total	3,87	4,09	5,55

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2011b).

### Morfogênese

Estudos com gramíneas tropicais indicaram que a intensificação do sombreamento resultou em lâminas foliares e colmos mais longos (Castro et al., 1999; Fernández et al., 2002; Lopes et al., 2011; Paciullo et al., 2011d). Esses resultados decorrem das maiores taxas de alongamento de folhas e colmos quando as plantas são submetidas à luminosidade reduzida, conforme observado para gramíneas dos gêneros *Brachiaria* (Dias-Filho, 2000; Paciullo et al., 2011d; Lopes et al., 2011) e *Panicum* (Castro et al., 2009) cultivadas em condições de sombreamento. Em geral, a taxa de aparecimento de folhas não é influenciada pelo sombreamento (Paciullo et al., 2008; 2010), ou apresenta apenas aumento de pequena magnitude (Lopes et al., 2011), provavelmente pelo papel central que desempenha na morfogênese das plantas, fato que contribui para que essa seja a última característica modificada pela planta em condições adversas de crescimento (Nabinger & Pontes, 2001). O número de folhas por perfilho também

não tem se modificado com o sombreamento, o que está relacionado ao pequeno ou ausente efeito da sombra na taxa de aparecimento e tempo de vida da folha (Fernandéz et al., 2002; Paciullo et al., 2008; Lopes et al., 2011).

### Perfilhamento

Um componente importante da produção de forragem em pastagens, fortemente influenciado pelos níveis de radiação, é o perfilhamento. Em geral, tem sido constatada redução da taxa de perfilhamento de gramíneas quando submetidas ao sombreamento (Fernandéz et al., 2002; Paciullo et al., 2007). Para manter o desenvolvimento do perfilho, em condições de sombreamento, a planta prioriza o crescimento dos perfilhos existentes, em detrimento da produção de novos perfilhos. A importância da intensidade da sombra sobre este fator foi demonstrada por Paciullo et al. (2007), em pastagem de *B. decumbens*, cuja densidade populacional de perfilhos por m<sup>2</sup> aumentou de 253 para 447 quando a intensidade de luz se elevou, respectivamente, de 35 para 65%, em relação à condição de sol pleno (Figura 3). Outro estudo demonstrou redução entre 20 e 32% na densidade de perfilhos, com o sombreamento, para várias espécies do gênero *Brachiaria* cultivadas sob sol pleno e diferentes percentagens de sombra (Paciullo et al., 2011d).

### Alocação de biomassa

Outra modificação decorrente do sombreamento é a redução da produção de raízes, resultante da mudança no padrão de alocação de fotoassimilados pelas plantas cultivadas em ambiente de reduzida luminosidade (Dias-Filho, 2000; Guenni et al., 2008; Paciullo et al., 2010). Como consequência desse fenômeno, tem-se maior relação parte aérea/raiz em plantas cultivadas em ambientes sombreados. Em pastagem de *B. decumbens* calculou-se que a redução da biomassa aérea sob a maior percentagem de sombra (60% de sombra em relação à radiação plena) foi de 29,7% em relação ao cultivo sob menor sombreamento (16% da radiação plena), enquanto a redução relativa na biomassa de raízes, causada pelo sombreamento, foi de 70,5% (Paciullo et al., 2010). A diminuição mais acentuada da massa de raízes em relação à parte aérea refletiu-se numa maior relação parte aérea/raízes das plantas sob maiores percentagens de sombra, em

relação àquelas crescendo sob menor efeito da sombra das árvores. Dias-Filho (2000) enfatiza que a marcada redução na biomassa de raízes pode resultar em maior vulnerabilidade do pasto aos estresses ambientais que exijam forte interferência do sistema radicular para o processo de rebrotação. Estudos mais detalhados são necessários, principalmente sobre as interações do sombreamento com a intensidade e a frequência de pastejo e o regime de fertilização do pasto.

Na Figura 1 são apresentados, resumidamente, os principais ajustes morfofisiológicos, discutidos nos itens anteriores, promovidos por relvados em situação de sombreamento. A produtividade de forragem resulta de uma série de fatores relacionados ao clima e às práticas de manejo adotadas na pastagem, mas a plasticidade fenotípica em resposta à redução da RFA se reveste de fundamental importância na determinação da produtividade do pasto.

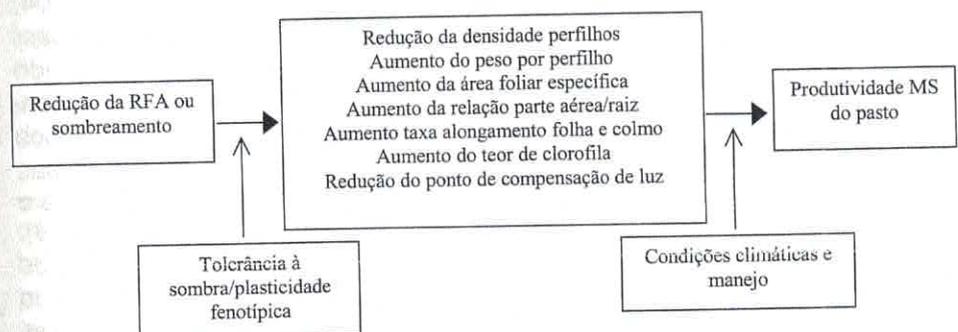


Figura 1 - Representação esquemática dos ajustes morfofisiológicos em gramíneas forrageiras, em resposta ao sombreamento, determinantes da produtividade de MS do pasto.

### PERSPECTIVAS DE FERTILIZAÇÃO DO SOLO EM SISTEMA SILVIPASTORIS

A redução na disponibilidade de nutrientes do solo é uma das principais causas de degradação das pastagens em várias regiões do Brasil e em outras áreas tropicais da América do Sul (Boddey et al., 2004). O decréscimo da disponibilidade de nitrogênio (N) no solo sob

pastagem é atribuído, em parte, à sua imobilização por microorganismos durante o processo de decomposição dos resíduos vegetais com alta relação carbono/nitrogênio (C/N) (Myers & Robbins, 1991; Monteiro et al., 2002). Em condições de alta relação C/N, a biomassa microbiana do solo passa a competir com as plantas pelo N mineral disponível no solo, imobilizando-o, temporariamente, sob forma orgânica. A deficiência de N está relacionada também com o declínio dos teores de matéria orgânica, com as perdas por volatilização e lixiviação e com a exportação via produto animal.

A presença do componente arbóreo em ecossistemas de pastagens pode interferir de forma diferente nas características do solo, o que indica necessidade específica de manejo da fertilidade para cada tipo de sistema.

Em sistemas silvipastoris cujo componente arbóreo é constituído exclusivamente por leguminosas com capacidade de fixação de N atmosférico têm sido verificados aumentos nos teores de vários nutrientes no solo, assim como da matéria orgânica (Alvim et al., 2004; Paciullo et al., 2011c). As respostas positivas têm sido observadas, especialmente, em pastos estabelecidos em solos de baixa fertilidade natural (Wilson, 1998; Carvalho et al, 2001b; Xavier et al, 2002; Guenni et al., 2008). Neste tipo de sistema, aumentos nos teores de vários nutrientes do solo, em decorrência da presença de leguminosas arbóreas, podem estimular o crescimento da gramínea no sub-bosque e aumentar a produção de MS (Alvim et al., 2004; Castro et al., 2009). Uma explicação para melhoria da fertilidade de solo sob a copa de leguminosas está relacionada à velocidade do processo de decomposição dos resíduos vegetais. A presença de leguminosas fixadoras de N, com baixa relação C/N, favorece a maior atividade dos microorganismos e acelera o processo de decomposição e mineralização dos principais nutrientes do ecossistema (Wilson, 1996). Os efeitos esperados, particularmente em solos naturalmente pobres em nutrientes, são obtidos em longo prazo, pois dependem do crescimento das árvores e dos processos de decomposição da serapilheira das árvores. Um exemplo do benefício de leguminosas arbóreas para a gramínea *B. decumbens* submetida a manejo extensivo foi apresentado nos trabalhos de Castro et al. (2009) e Paciullo et al. (2011c). O sistema silvipastoril foi implantado no início da década de 1990, com objetivo verificar o efeito de leguminosas arbóreas nas características de pastagens degradadas em áreas montanhosas da região Sudeste

(Carvalho et al., 2001b). Os dados obtidos após 13 anos de implantação do sistema silvipastoril, indicaram aumentos significativos nos teores de vários nutrientes do solo, com reflexos positivos na massa de forragem e no conteúdo de N do pasto, à medida que se aumentou a percentagem de cobertura arbórea na pastagem (Tabela 3). Esses resultados evidenciam que a inclusão do componente arbóreo, constituído por leguminosas, pode contribuir para recuperação e persistência de pastagens de *B. decumbens* em áreas montanhosas, onde, normalmente, é adotado manejo extensivo.

A associação de leguminosas arbóreas com árvores do gênero *Eucalyptus* pode ser opção interessante para diversificação do sistema. O eucalipto poderá ser fonte de renda para o produtor pela produção e possibilidade de comercialização da madeira, enquanto as leguminosas contribuem para a melhoria das condições de solo, além de proporcionarem outros benefícios para o sistema. Balieiro (1999) verificou que a meia vida da serrapilheira de um sistema silvipastoril exclusivo de eucalipto foi de 18 meses, enquanto que de um sistema consorciado de eucalipto com leguminosa *Pseudosamanea guachapele*, que possui baixa relação C/N, foi de 13 meses, possibilitando maior taxa de reciclagem de nutrientes na pastagem. Xavier (2009) estimou os fluxos de N em pastagens de *B. decumbens* em monocultivo ou em sistema silvipastoril, constituído por eucalipto e as leguminosas *A. mangium* e *M. artemisiana*. Enquanto o sistema silvipastoril apresentou balanço positivo de N total de 35 kg/ha/ano, devido à fixação biológica das leguminosas, na pastagem em monocultivo o balanço foi de -12 kg/ha/ano. Em função da maior ciclagem de N via liteira proveniente das árvores, no sistema silvipastoril, a autora concluiu que esse tipo de arranjo é alternativa viável para recuperar áreas em processo de degradação.

Apesar dos modelos anteriormente citados serem potencialmente viáveis para produção animal em regime de pastejo com baixo uso de insumos, especialmente fertilizantes, reconhece-se que, para sistemas intensivos de produção, dificilmente o produtor poderá se abster do uso de fertilizantes, principalmente se considerarmos as condições de baixa fertilidade de solo, comuns em várias regiões do Brasil. Outro ponto importante se refere à espécie forrageira. O uso de gramíneas forrageiras mais produtivas, e também mais exigentes em termos de fertilidade do solo, como algumas cultivares de *B. brizantha* e *P. maximum*, demandam reposição de nutrientes ao solo em maiores quantidades.

Tabela 3 - Características do solo e do pasto de *B. decumbens*, após 13 anos de manejo sob três condições de cobertura por leguminosas arbóreas

Característica	Cobertura por leguminosas arbóreas (%)		
	0	20	30
<b>Solo</b>			
K (mg/dm <sup>3</sup> )	30,6	35,0	47,6
P (mg/dm <sup>3</sup> )	1,87	2,90	5,20
MO (%)	1,70	2,10	2,53
CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,25	1,45	1,86
CTC potencial (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	5,60	6,87	7,53
<b>Pasto</b>			
Massa de forragem (kg/ha)	1.595	2.051	3.139
Conteúdo de N no pasto (kg/ha)	22,6	30,9	51,4

Fonte: Adaptado de Castro et al. (2009) e Paciullo et al. (2011c).

Andrade et al. (2001) verificaram aumento na produção de MS do capim-tanzânia no sub-bosque de eucalipto quando foi usada adubação nitrogenada, mas a reposição com potássio e fósforo não foi efetiva para o aumento da produção, em comparação à condição não adubada (Figura 2). Mesmo o maior valor de taxa de acúmulo (25,8 kg/ha.dia de MS) esteve abaixo do potencial produtivo da gramínea. Os autores mostram taxas de acúmulo obtidas por outros autores com capim-Tanzânia, adubado com N e cultivado a céu aberto, variando entre 82,3 e 97,6 kg/ha.dia. As diferenças em taxas de acumulação de MS foram atribuídas, em grande parte, à menor quantidade de luz disponível para o crescimento da gramínea, devido ao sombreamento imposto pelo eucalipto.

Um estudo com *B. brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril com eucalipto revelou aumentos na massa de forragem e na produção animal, na medida em que se aumentou a dose de N de zero até 150 kg/ha/ano (Bernardino et al., 2011). Neste caso, as taxas de lotação também aumentaram com a fertilização, apesar dos valores entre 1,26 e 1,67 UA/ha, obtidos com a maior dose, ainda estarem aquém das taxas de lotações normalmente obtidas em condições de sol pleno, com o uso de fertilização. Ainda assim, a adubação nitrogenada se mostrou necessária para intensificar a produção animal no sub-bosque de eucalipto.

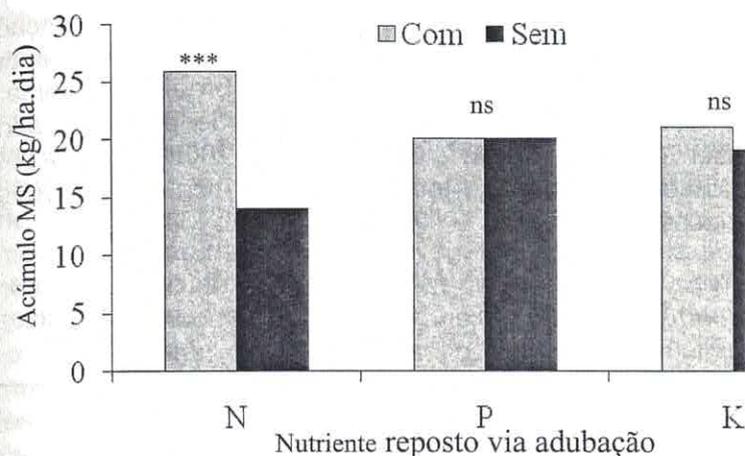


Figura 2 - Efeito da adubação com N, P e K sobre a taxa de acumulação de MS do capim-tanzânia, em um sistema agrossilvipastoril. (Dados do primeiro corte).

Fonte: Adaptada de Andrade et al. (2001).

Pandey et al. (2011) relataram respostas positivas de três gramíneas forrageiras (*P. maximum*, *P. purpureum* e *B. mutica*) ao fertilizante nitrogenado aplicado até a dose de 120 kg/ha/ano de N. Entretanto, foi constatado que a eficiência de resposta ao N aplicado foi inversamente proporcional à percentagem de sombreamento imposta ao pasto. Para *B. decumbens* também foi verificada maior resposta à adubação (90 kg/ha de N e K<sub>2</sub>O por ano) em condições de radiação plena, quando comparada às condições de sombra (Paciullo et al., 2012). Na ausência de adubação, a taxa de acúmulo nas condições de sol pleno e sombreamento moderado foram semelhantes, mas, quando se efetuou a fertilização, o acúmulo obtido no sol pleno foi maior que aquele em sombra moderada (Tabela 4). No sombreamento intenso (redução de 70% da RFA plena) não houve resposta ao adubo em termos de acúmulo de forragem. Concluiu-se que a intensidade de resposta da gramínea ao fertilizante depende do grau de sombreamento no sistema silvipastoril.

Os resultados apresentados evidenciam que o uso de fertilizantes na busca pelo aumento de produtividade do componente pecuário, em sistemas silvipastoris, embora seja importante, deve ser analisado com reservas, em função da interferência do sombreamento

nas respostas das gramíneas. Os benefícios podem ser alcançados com uso de doses moderadas, desde que o sombreamento também seja apenas moderado. Na maioria dos casos, sombreamento acima de 50% da RFA reduz acentuadamente a resposta do pasto ao adubo aplicado (Eriksen & Whitney, 1981; Guenni et al., 2008; Pandey et al., 2011; Paciullo et al., 2012), tornando a prática da adubação questionável nesses casos.

Tabela 4 - Taxa de acúmulo de MS de forragem (kg/ha.dia) de *B. decumbens*, conforme o nível de sombreamento e uso de fertilização

Sombreamento (%)	Fertilização <sup>1</sup>	
	Com	Sem
0	54,4 Aa	36,1 Ba
20	37,7 Ab	31,8 Aa
70	15,7 Ac	19,6 Ab

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.  
Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2012).

### MANEJO DO PASTEJO EM SISTEMAS SILVIPASTORIS

Ainda não há definições claras a respeito do manejo do pastejo em sistemas silvipastoris. Conhecimentos sobre questões importantes como, intervalo de desfolha e intensidade de pastejo mais adequados ainda não foram gerados e devem merecer especial atenção por parte dos pesquisadores.

Dos critérios disponíveis para orientação do intervalo de desfolha, no método de lotação rotativa, nenhum possui estudo detalhado que permita seu uso com segurança, como ocorre frequentemente em pastagens a sol pleno. Sabe-se que os métodos de manejo do pastejo evoluíram sobremaneira nos últimos anos, na medida em que conhecimentos sobre aspectos morfofisiológicos avançaram e passaram a fazer parte dos protocolos de avaliações de pesquisas na área de manejo de pastagens. Pesquisas sobre o momento de interrupção do período de rebrotação do pasto, assim como da altura residual, em relvados de gramíneas em monocultivo têm contribuído para o aumento da eficiência do uso do pasto, conforme

3 resultados apresentados por Gomide (2001), Carnevalli (2003), Da Silva  
7 & Nascimento Jr. (2007), entre outros.

3 O critério do número de dias para definição do intervalo de  
7 desfolha tem sido contestado, embora seja o mais fácil do ponto de  
3 vista prático. Em função das condições de crescimento do pasto,  
) relacionadas às práticas de manejo e ao clima, o período fixo em dias  
pode ser muito longo ou muito curto, acarretando no pasto  
comprometimento da estrutura da vegetação ou de sua persistência. Se  
considerarmos o sombreamento em sistemas silvipastoris, como fator  
que influencia no crescimento do pasto, o problema pode se agravar,  
tendo em vista as interações que poderão ocorrer entre o  
sombreamento e os outros fatores de crescimento. Portanto, esse é um  
critério questionável também para o manejo de pastagens em sistemas  
silvipastoris.

O critério do número de folhas vivas por perfilho, proposto por  
alguns autores (Fulkerson & Slack, 1995; Candido et al., 2005), poderia  
se revestir de importância para orientação do manejo de pastagens em  
sistemas silvipastoris. À luz dos conhecimentos sobre morfogênese e  
estrutura de pastos sombreados, podem-se fazer as inferências  
descritas a seguir. Os resultados mostram que a taxa de aparecimento  
de folhas e sua vida útil, praticamente não se alteram com o  
sombreamento, desde que em nível moderado (Paciullo et al., 2008;  
Lopes et al., 2011). Esse fato resulta em relvados com número mais ou  
menos constante de folhas vivas, independentemente do fato da  
gramínea forrageira estar ou não em sistema silvipastoril. Com as taxas  
de alongamento de colmo estimuladas pela diminuição da RFA, no sub-  
bosque, tem-se que relvados sombreados alcançam maiores alturas  
que aqueles a sol pleno, mantendo o mesmo número de folhas vivas  
por perfilho. A elevação da altura sustentada por colmos mais finos  
pode acarretar tombamento das plantas e redução da eficiência de  
pastejo, o que pode comprometer o uso de tal critério.

O critério de interceptação da radiação incidente se constitui em  
um dos principais avanços para manejo do pastejo de gramíneas  
tropicais nos últimos anos (Da Silva & Nascimento Jr., 2007). A  
utilização do pasto, no momento em que o relvado intercepta 95% da  
luz incidente, tem trazido benefícios em termos de eficiência do pastejo,  
além de se constituir em critério plausível de ser usado pelos  
manejadores do pasto, quando se associa esse momento com uma  
altura, que em última instância seria a meta balizadora do manejo. Em

ambientes sombreados uma questão deve ser considerada: a menor densidade populacional de perfilhos. Neste caso, muitos relvados cultivados à sombra, poderão não alcançar o nível de interceptação de 95% da radiação incidente, mesmo com períodos longos de rebrotação. Uma alternativa seria a avaliação de percentuais de interceptação menores que 95%, mesmo reconhecendo-se que esse seria o ideal para a maioria das gramíneas manejadas em monocultivo. O uso das alturas já pré-definidas para forrageiras cultivadas a sol pleno, não parece ser o ideal para relvados mantidos à sombra, tendo em vista as modificações morfofisiológicas, resultantes do sombreamento, discutidas em tópicos anteriores deste trabalho.

As considerações feitas acima remetem para a necessidade de estudos em ambientes sombreados, que estabeleçam critérios eficientes para o manejo do pastejo em ambientes silvipastoris. Neste sentido, será de suma importância, o uso dos protocolos de avaliação de forrageiras desenvolvidos e aplicados nos últimos anos para o manejo de pastagens em monocultivo.

## QUALIDADE DA FORRAGEM

### Composição química e digestibilidade de forrageiras sombreadas

A sombra, geralmente, favorece o aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo e estimula o crescimento das plantas e, conseqüentemente, induz aumentos na concentração de nitrogênio das gramíneas (Samarakoon et al. 1990a; Kephart e Buxton, 1993; Ribaski & Montoya, 2000).

Em pastagens de *B. decumbens* sombreadas ou não com leguminosas arbóreas, os teores de proteína bruta foram influenciados pelas condições de luminosidade. Nas lâminas foliares o teor de proteína bruta (PB) foi 29% maior na sombra do que no sol (Paciullo et al., 2007). A sombra possibilita maior retenção de água no solo, cujo efeito positivo sobre a atividade microbiana, resulta em maior decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nitrogênio (Wilson, 1998).

Sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) os resultados, embora contraditórios, indicam uma tendência de redução dos teores de FDN e aumento da DIVMS em condições de sombra (Carvalho, 2001). Kephart e Buxton (1993) verificaram que, impondo 63% de sombra a cinco

espécies de gramíneas forrageiras perenes, o conteúdo da parede celular decresceu em apenas 3% e o teor de lignina em 4%, fatores que contribuíram para um aumento da digestibilidade em 5%. À sombra, as gramíneas apresentam um ligeiro aumento da digestibilidade (1 a 3%), em virtude de sua menor concentração de parede celular. Entretanto, um aumento do teor de lignina foi reportado nas gramíneas cultivadas à sombra, em relação àquelas mantidas em pleno sol (Samarakoon et al., 1990a).

Efeito significativo da condição de luminosidade foi observado sobre o teor de FDN da *B. decumbens*, o qual foi maior a pleno sol do que sob as copas das árvores (Paciullo et al., 2007). Resultado semelhante foi encontrado para as espécies *B. brizantha* e *Panicum maximum*, cultivadas em diferentes níveis de sombreamento (Denium et al., 1996). De acordo com os autores, a maior concentração de FDN, a pleno sol, é conseqüência da maior disponibilidade de fotoassimilados, do que resulta aumento na quantidade de tecido esclerenquimático, com maior número de células e paredes celulares mais espessas.

A literatura mostra que o efeito do sombreamento na DIVMS é variável com a espécie, nível de sombreamento e condições climáticas, principalmente temperatura e umidade. Quatro anos após a introdução de nove espécies de leguminosas arbóreas em uma pastagem já formada de *B. decumbens*, foi observado que durante a estação seca ou em período de menores precipitações, em áreas de pastagem sob a influência da sombra, a *B. decumbens* apresentava melhor qualidade do que a forragem produzida nas áreas fora da influência das árvores (Carvalho et al., 1999). O teor de PB da forragem foi maior em regime de sombreamento do que a pleno sol, em ambas as estações. Durante a estação chuvosa, as condições de sombreamento não apresentaram efeito significativo na DIVMS da *B. decumbens*. Entretanto, durante a seca a forragem produzida na sombra apresentou valores de DIVMS maiores do que aqueles observados ao sol (Tabela 5).

Paciullo et al. (2007) verificaram maior DIVMS para lâminas foliares de *B. decumbens* desenvolvidas na sombra, quando comparada a sol pleno (Tabela 6). Os autores relacionaram o maior valor de DIVMS, ao maior teor de PB e menor de FDN obtidos em condições de sombreamento.

Denium et al. (1996) observaram efeito positivo da sombra na DIVMS para a *Setaria anceps*, negativo para *P. maximum* e ausência de efeito para *B. brizantha*. Sob sombreamento intenso (28% de

transmissão de luz) foram verificados decréscimos nos valores de digestibilidade de várias gramíneas forrageiras; mas em condições de sombra moderada (64% de transmissão de luz) a digestibilidade aumentou em comparação ao cultivo à luz solar plena.

Tabela 5 - Efeito do sombreamento promovido por três espécies de leguminosas arbóreas sobre o teor de proteína bruta (%) e digestibilidade *in vitro* da MS (%) da forragem de *B. decumbens*, em dois períodos do ano

Espécie	Local de Amostragem	Estação Seca		Estação Chuvosa	
		PB	DIVMS	PB	DIVMS
<i>A. angustissima</i>	Sol	4,4	35,6	5,5	42,2
	Sombra	7,5	45,1	6,2	42,1
<i>A. auriculiformis</i>	Sol	4,3	40,0	5,4	43,9
	Sombra	8,8	50,9	5,8	43,6
<i>A. mangium</i>	Sol	4,3	34,7	5,3	43,4
	Sombra	7,3	48,7	7,6	50,2

Fonte: Carvalho et al. (1999).

Tabela 6 - Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) da *B. Decumbens*, sob sol pleno ou sombreamento por árvores

Característica	Tratamento		Significância
	Sol pleno	Sombreamento	
FDN (%)	75,9	73,1	*
DIVMS (%)	47,6	53,2	**

\* significativo (P<0,05); \*\* significativo (P<0,01).

Fonte: Paciullo et al. (2007).

De forma consistente o sombreamento contribui para aumentos dos teores de PB e minerais na forrageira. A tendência de menores teores de FDN, decorrente da menor quantidade de fotoassimilados em condições de sombra, associada ao maior teor de PB, geralmente melhora a digestibilidade da matéria seca. Contudo, as variações positivas esperadas no valor nutritivo em forrageiras sombreadas dependem da espécie, nível de sombreamento, fertilidade inicial do solo, estação do ano, entre outros.

### Consumo de matéria seca em pastagens arborizadas

O efeito do sombreamento no consumo de forragens é contraditório na literatura. A ingestão por animais em regime de pastejo depende não só da composição química da forrageira, como também da estrutura do pasto. Do ponto de vista bromatológico, os maiores teores de PB e menores de fibra, contribuem para estimular o consumo de MS. Do ponto de vista estrutural, o maior alongamento de colmos de gramíneas, em condições de sombreamento, prejudicam a ingestão de forragem, pois nessas condições há redução do tamanho do bocado. Evidentemente, a magnitude do efeito da sombra no consumo, dependerá da combinação entre os fatores citados. Samarakoon et al. (1990b) examinaram o consumo de forragem por carneiros em pastagens de *Stenotaphrum secundatum* e *Pennisetum clandestinum* submetidas, ou não, à sombra (50% de transmissão de luz), e verificaram que houve redução de 28 a 33% no consumo de *P. clandestinum* sombreado. Já Norton et al. (1991) não encontraram efeito consistente do sombreamento sobre o consumo voluntário de cinco gramíneas tropicais, em ensaio realizado com carneiros.

Paciullo et al. (2009) não observaram diferenças no consumo de pasto por novilhas leiteiras mantidas em sistema silvipastoril ou em pastagem exclusiva de *B. decumbens* na estação chuvosa. Utilizando-se n-alcanos nos cálculos de estimativas de consumo de MS, verificou-se que as novilhas do SSP ingeriram, em média, 2,36% do peso vivo (PV), enquanto que o consumo daquelas mantidas em pastagem exclusiva de braquiária foi de 2,22% PV. No mesmo trabalho, não foi verificada diferença na composição química da forragem em sistema silvipastoril ou monocultura de *B. decumbens*, o que contribuiu para a semelhança na ingestão de forragem.

O consumo de MS e a composição botânica da dieta de vacas Holandês x Zebu, mantidas em sistema silvipastoril constituído por leguminosas arbóreas e pastagem de *B. decumbens* consorciada com *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão foi examinado por Aroeira et al. (2005), ao longo de dois anos. O maior consumo da gramínea foi observado em novembro de 2002 (1,91% PV), período em que a *B. decumbens* participou de 91,3% da dieta total. O consumo total de MS foi máximo em maio de 2001, coincidindo também com o maior consumo de estilosantes quando a percentagem desta na dieta foi de 24,1% (Tabela 7). Os menores teores de FDN e FDA do pasto em maio de 2001, assim como, a maior participação da leguminosa na dieta,

podem ter contribuído para a maior ingestão total de MS. O consumo de leguminosa foi, em sua maior parte, constituída pelo *S. guianensis*, embora tenha sido observado visualmente, em todos os períodos de avaliação, ingestão dos ramos mais baixos das leguminosas arbóreas *A. Mangium* e *M. arthemisiana* pelos animais. Os resultados demonstraram que a quantidade de leguminosa na pastagem foi importante por influenciar no consumo total de forragem.

Tabela 7 - Consumo total de matéria seca (MS), em % do peso vivo (PV) e diferenciado de gramínea (*B. decumbens*) e leguminosa, de acordo com o mês do ano

Mês/ano	Consumo total de MS (%PV)	Consumo diferenciado (% do total)	
		Gramínea	Leguminosa
Janeiro/2001	1,50 <sup>b</sup>	82,6 <sup>b</sup>	17,4 <sup>b</sup>
Maio/2001	1,91 <sup>a</sup>	75,9 <sup>c</sup>	24,1 <sup>a</sup>
Dezembro/2001	1,56 <sup>b</sup>	86,5 <sup>b</sup>	13,5 <sup>b</sup>
Janeiro/2002	1,59 <sup>b</sup>	84,5 <sup>b</sup>	15,5 <sup>b</sup>
Maio/2002	1,64 <sup>b</sup>	83,1 <sup>b</sup>	16,9 <sup>b</sup>
Novembro/2002	1,57 <sup>b</sup>	91,3 <sup>a</sup>	8,7 <sup>c</sup>

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Aroeira et al. (2005).

## QUESTÕES RELACIONADAS AO COMPONENTE ANIMAL

### Sombreamento x conforto animal

As variáveis ambientais como, temperatura, umidade, movimentação do ar e radiação solar, quando atingem valores superiores àqueles considerados como limítrofes para o conforto térmico dos bovinos leiteiros, podem exercer influência negativa sobre o desempenho destes animais, comprometendo a produção de leite, o ganho de peso, o crescimento e a reprodução, em decorrência de um processo conhecido como estresse calórico. Alguns índices têm sido desenvolvidos e utilizados para avaliar o impacto das variáveis ambientais sobre o desempenho do gado de leite, buscando prever o conforto, ou o desconforto térmico, dos bovinos leiteiros submetidos a diferentes condições climáticas. De modo geral, quatro parâmetros ambientais têm sido considerados: a temperatura do termômetro de bulbo seco, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a radiação solar. O índice

de conforto mais comumente utilizado é o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Quando o ITU ultrapassa o valor de 72, considera-se que o animal se encontra em estresse pelo calor, uma vez que este ponto representa o limite da zona de conforto para vacas em produção.

A capacidade do animal para resistir aos rigores do estresse calórico tem sido fisiologicamente avaliada por alterações na temperatura retal e na frequência respiratória (Osório, 1997), e no comportamento animal (Pires et al., 1998). Algumas estratégias de manejo podem atenuar os efeitos do estresse térmico e dentre elas destaca-se a modificação física do ambiente, com intuito de reduzir a radiação incidente via provisão de sombra, diminuindo a carga calórica recebida pelos animais (Buffington et al., 1983). Em sistema silvipastoril, o componente florestal contribui para o conforto dos animais, por meio da provisão de sombra, atenuando as temperaturas extremas, diminuindo o impacto de chuvas e vento, e servindo de abrigo para os animais (Salla, 2005).

Para verificar os efeitos do sombreamento sobre o conforto térmico de vacas secas manejadas em um sistema silvipastoril, foi avaliada a ação das variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) sobre os hábitos de pastejo e a utilização da sombra por estes animais. Analisando o comportamento dos animais verificou-se que, no inverno, a radiação solar, provavelmente, não constituiu fator desencadeante do estresse calórico, uma vez que os animais preferiram manter-se ao sol enquanto deitados, e tanto ao sol quanto à sombra enquanto na posição de pé (Tabela 8), indicando que estavam em conforto térmico. Já a preferência geral pela sombra durante o verão, independentemente da postura do animal (em pé ou deitado), sinaliza que as condições climáticas nesta estação podem ser termicamente estressantes, o que confirma a necessidade de prover sombra para os animais.

Tabela 8 - Percentual médio de tempo dedicado pelos animais em posição deitada ou em pé, ao sol ou à sombra, por época

Época	Deitada		Em pé	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra
Inverno	19,3	6,2	38,2	36,4
Verão	5,0	17,5	26,4	51,1

Fonte: Paes Leme et al.(2005).

No verão, no período da tarde, houve diferença de, aproximadamente, 6°C na temperatura do globo negro, medida ao sol e à sombra. Esta diferença pode significar um aumento de 1 °C na temperatura retal, e quase o dobro dos movimentos respiratórios dos animais (Collier et al., 1982). Ainda na mesma época e período, o ITU atingiu valor superior ao limite de conforto térmico para os animais (72). Para gado de leite, de forma geral, o sombreamento proporciona redução de 0,5°C na temperatura retal e de, no mínimo, 30 movimentos respiratórios por minuto além de resultar em incremento de 1,5 a 2,0 litros de leite/vaca/dia (Mellace, 2009).

Em outro estudo realizado na Embrapa Gado de Leite, foram avaliados os efeitos do sombreamento sobre as variáveis fisiológicas e comportamento de novilhas leiteiras mestiças em sistema silvipastoril e em pastagem de braquiária solteira. Foi verificado que no período da tarde o sombreamento proporcionou a atenuação de 1°C na temperatura do ar em relação àqueles valores aferidos a pleno sol (Tabela 9). A mesma tendência foi observada nos valores da Carga Térmica Radiante (CTR), evidenciando que a provisão de sombra na pastagem é um método eficiente para reduzir a radiação incidente sobre o animal, melhorando seu conforto térmico.

Tabela 9 - Médias da Temperatura Ambiente (TA), Carga Térmica Radiante (CTR), Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) em sistema silvipastoril e em pastagem exclusiva de *B. decumbens*

Variável	Sistema silvipastoril		Monocultivo de <i>B. decumbens</i>	
	9hs	15hs	9hs	15hs
TA (°C)	21,5	27,4	21,9	28,5
CTR (W.m <sup>2</sup> )	477	516	644	707
ITGU	71	76	80	85

Fonte: Adaptado de Pires et al.(2008).

Segundo Morais (2002), a CTR traduz o total de energia térmica trocada entre o indivíduo e o ambiente e deveria ser a menor possível para se obter conforto térmico. Assim, a autora, em seu experimento considerou como altos os valores entre 666 e 801. Destaca-se, na Tabela 9, que todos os valores da CTR obtidos na sombra foram menores que o limite inferior mencionado por Morais (2002), enquanto a pleno sol, os valores abaixo do limite estabelecido pela autora, só foram

obtidos no período da manhã. Ressalta-se, ainda, que no sistema silvipastoris, o microclima a pleno sol, representado pelos valores da CTR, apresentou-se mais adequado às condições de conforto térmico do que nos piquetes de braquiária solteira, sob as mesmas condições de insolação, o que evidencia a importância de provisão de sombra para animais em pastejo.

O Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) é a variável que melhor traduz a sensação térmica do animal e, conforme os dados de literatura é influenciado pela arborização das pastagens (Tabela 9); à sombra, o ITGU manteve-se dentro dos limites de conforto térmico, no período da manhã, enquanto no período da tarde, os valores observados se aproximaram daqueles indicativos de ambiente confortável (até 74).

O fato de grande parte da área da pastagem arborizada ser sombreada permitiu o aumento do número de horas de pastejo e ruminação (Tabela 10), diminuindo ainda a temperatura da superfície corporal dos animais quando comparados com o grupo de novilhas que havia sido mantido em pastagem sem árvores.

Tabela 10 - Tempo médio despendido (minutos) por novilhas mestiças Hoalndes X Zebu nas atividades de pastejo, ruminação e ócio em sistema silvipastoril e braquiária

Comportamento	Sistema silvipastoril	Monocultivo de <i>B. decumbens</i>
Pastejo	459,2	433,5
Ruminação	128,7	103,5
Ócio	142,0	193,3
TOTAL	729,9	730,3

Fonte: Adaptado de Pires et al. (2008).

### Produção de ruminantes

Poucos trabalhos investigaram características produtivas de animais em mantidos em sistemas silvipastoris. Alguns trabalhos foram conduzidos em regiões de clima temperado, comparando sistemas silvipastoris e monocultivo de gramíneas (Hawke, 1991; Clason & Sharrow, 2000; Teklehaimanot et al., 2002; Kallembach et al., 2006). Na região tropical, os resultados evidenciam o potencial de sistemas silvipastoris em prover melhorias, especialmente no desempenho individual de animais em regime de pastejo.

Os ganhos de peso de novilhas leiteiras Holandês x Zebu em sistema silvipastoril foram comparados com aqueles obtidos em pastagem de braquiária solteira (Paciullo et al., 2011a). No primeiro e terceiro anos experimentais da época chuvosa foram observados maiores ganhos de peso no sistema silvipastoril do que no monocultivo (Tabela 11). Os autores consideraram que o maior teor de PB no sistema silvipastoril pode ter contribuído para melhoria da qualidade da dieta das novilhas na pastagem arborizada, favorecendo o desempenho animal. Considerando o consumo médio de MS na época chuvosa do ano de 2,3% do PV (Paciullo et al, 2009) e os teores de PB do pasto em cada sistema (8,9% para o silvipastoril e 7,8% para o monocultivo), durante o período chuvoso, foi calculado um consumo médio de 69 g/dia/novilha de PB a mais no sistema silvipastoril, quando comparado ao sistema em monocultivo. Concluiu-se, também, que a amenização ambiental conferida pela sombra das árvores no sistema silvipastoril pode ter contribuído para o melhor desempenho das novilhas leiteiras, especialmente durante a época chuvosa, quando as temperaturas alcançaram valores próximos de 30 °C. O maior ganho de peso individual pode ser relevante para sistemas de pecuária leiteira, considerando que a aceleração no crescimento poderá contribuir para redução da idade à primeira concepção e, conseqüentemente, ao primeiro parto das novilhas. Os ganhos médios por área também indicaram vantagem para o sistema silvipastoril (Tabela 12).

Tabela 11 - Desempenho de novilhas (g/animal/dia) durante a época chuvosa, de acordo com o sistema de recria

Ano experimental	Sistema de recria					
	Silvipastoril			Monocultivo		
	Peso inicial	Peso Final	Ganho de peso	Peso inicial	Peso Final	Ganho de peso
2004/2005	234	336	722 A	237	324	624 B
2005/2006	270	342	647 A	261	324	563 A
2006/2007	283	349	628 A	293	347	515 B

Médias seguidas por diferentes letras, na linha comparando sistema de recria, são diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2011a).

Tabela 12 - Ganho de peso por área (kg/ha), durante a época chuvosa, de acordo com o sistema de recria

Ano experimental	Sistema de recria	
	Silvipastoril	Monocultivo
2004/2005	298 A	256 B
2005/2006	242 A	230 A
2006/2007	258 A	211 B

Médias seguidas por letras diferentes, na linha comparando sistema de recria, são diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2011a).

Um experimento conduzido na região sudeste da Austrália mediu a produção de leite de vacas holandesas, em pastagens consorciadas de alta qualidade, tendo acesso ou não à sombra de árvores (Silver, 1987). Após oito semanas de pastejo, a produção média de leite aumentou em 1,45 l/vaca/dia nos animais que tinham acesso à sombra. Além disso, a qualidade do leite das vacas sem acesso à sombra foi inferior. Esse resultado parece mais relacionado com o efeito da sombra sobre o animal, do que das árvores sobre a pastagem, uma vez que se tratava de pastagem melhorada e as árvores não eram distribuídas em toda a área da pastagem, mas dispostas em pequenos bosques.

Pires et al. (2009) avaliaram a massa e o valor nutritivo da forragem, o consumo de matéria seca e a produção de leite de vacas Holandês x Zebu em pastagens arborizadas e com maior percentual de leguminosas herbáceas ou não-arborizadas e com menor percentual de leguminosas herbáceas. Os resultados demonstraram que a produção de leite foi maior na pastagem arborizada do que na pastagem não-arborizada. Considerando que as ofertas de forragem e os consumos de MS foram semelhantes entre os dois tipos de pastagem, a diferença na produção de leite foi atribuída a outros fatores. Primeiro, à maior diversidade de espécies forrageiras e, principalmente, à maior porcentagem de leguminosas na pastagem arborizada, as quais apresentaram maiores teores de proteína bruta que o campim-braquiária. O consumo de leguminosas pelas vacas provavelmente influenciou positivamente na qualidade da dieta, permitindo maior produção de leite. Os autores concluíram que o sombreamento pelas árvores, também pode ter proporcionado um ambiente com temperaturas mais amenas e, conseqüentemente, condições de conforto térmico mais adequadas às vacas em pastejo.

Em trabalho realizado em pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu, estabelecidas em sistema silvipastoril com eucalipto, os ganhos de peso corporal de novilhos nelores variaram entre 392 e 892 g/novilho.dia, dependendo da oferta de forragem e da dose de adubo nitrogenado (Bernardino et al., 2011). Os autores consideraram os ganhos de peso moderados para animais pastejando *B. brizantha*, quando confrontados com resultados obtidos a pleno sol, mas destacaram o potencial de utilização de sistemas silvipastoris na produção de bovinos de corte.

Em países como Colômbia, Costa Rica, México, entre outros da América do Sul e América Central, tem sido proposto um sistema silvipastoril intensivo, no qual são preconizadas altas densidades de plantas por hectare, em especial da espécie *Leucaena leucocephala*. Murgueitio et al. (2012) apresentam resultados que demonstram o potencial do sistema, tais como capacidade de suporte de 4 UA/ha, produção de leite de mais de 10.000 l/ha.ano e potencial de persistência do sistema de mais de 20 anos.

#### **COMPONENTE ARBÓREO: ARRANJO ESPACIAL E MANEJO DAS ÁRVORES**

O arranjo espacial se refere à forma como as árvores são dispostas na área. Em se tratando de sistemas consorciados, deve-se ter o cuidado de não sombrear excessivamente o sub-bosque, conforme discussões anteriores. Os espaçamentos mais adequados são aqueles que proporcionam densidades de plantio variando de 200 a 450 árvores por hectare. Na Tabela 13, são apresentados alguns exemplos de arranjos espaciais.

É importante observar que, para uma mesma densidade de plantas por hectare, podem ser adotados diferentes arranjos espaciais. Assim, a definição do arranjo espacial deverá levar em consideração, aspectos tais como a finalidade do plantio (produção de madeira, alimento para o gado, sombra), as características do relevo (declividade), dimensões do maquinário (no caso da implantação de lavouras com pastagens) e o manejo a ser adotado no sistema (piquetes, terraceamento, etc.)

Tabela 13 - Tipos de arranjos e densidades de plantio de árvores em sistemas silvipastoris

Arranjo	Área útil/planta	Densidade (plantas/ha)
12 x 2 m	24 m <sup>2</sup>	416 plantas/ha
21 x (3x2) m	24 m <sup>2</sup>	416 plantas/ha
18 x 1,5 m	27 m <sup>2</sup>	370 plantas/ha
15 x (3x3) m	27 m <sup>2</sup>	370 plantas/ha
24 x (3x2) m	27 m <sup>2</sup>	370 plantas/ha
15 x 2 m	30 m <sup>2</sup>	333 plantas/ha
20 x 1,5 m	30 m <sup>2</sup>	333 plantas/ha
27 x (3 x 2) m	30 m <sup>2</sup>	333 plantas/ha
10 x 3,3	33 m <sup>2</sup>	303 plantas/ha
18 x 2 (4 x 3)	33 m <sup>2</sup>	303 plantas/ha
25 x 3 (4 x 3)	33 m <sup>2</sup>	303 plantas/ha
10 x 4 m	40 m <sup>2</sup>	250 plantas/ha
20 x 2 m	40 m <sup>2</sup>	250 plantas/ha
18 x 2,5 m	45 m <sup>2</sup>	222 plantas/ha
15 x 3 m	45 m <sup>2</sup>	222 plantas/ha

Fonte: Muller et al. (2010).

Para regiões montanhosas, as faixas de árvores devem ser plantadas no sentido contrário ao declive, visando o controle de erosão e a conservação de água. Neste caso, nem sempre é possível tirar proveito do caminhamento do sol (sentido leste-oeste), de forma que o espaçamento entre as faixas de árvores deve ser maior, a fim de possibilitar a penetração de luz para a pastagem.

Em revisão sobre o assunto, Muller et al. (2010) estabeleceram algumas recomendações sobre a escolha da densidade de plantio e o arranjo das plantas, descritas a seguir. Se o objetivo principal é produzir madeira com qualidade para serraria (de alto valor agregado) recomenda-se uma menor densidade de plantas (150-300 pl/ha) em espaçamentos com fileiras simples do tipo 18 x 3 (185 pl/ha), 20 x 2,5 (200 pl/ha), 18 x 2,5 (222 pl/ha). Entretanto, neste tipo de espaçamento os cuidados com o plantio e o manejo inicial da floresta devem ser os melhores possíveis, dependendo de uma boa assistência técnica. Vale lembrar que a realização de receitas se dará no longo prazo (8 a 15 anos), uma vez que a possibilidade de desbastes intermediários é menor. Uma alternativa é fazer o plantio mais adensado na linha, com espaçamentos do tipo 18 x 1,5 (370 pl/ha), 18 x 2 (277 pl/ha), 20 x 2 (250 pl/ha). Neste caso pode-se antecipar a obtenção de receitas com a

realização de um desbaste intermediário aos 5-6 anos tirando-se árvores alternadas (uma sim outra não). Deste ponto em diante conduz-se o plantio até os 12-15 anos para extrair madeira para serraria. Caso a declividade não seja muito grande, podem-se adotar ainda espaçamentos do tipo 15 x 3 (222 pl/ha), 15 x 2 (333 pl/ha - neste espaçamento as árvores deverão ser desbastadas aos 5-6 anos para 15 x 4, para que o tronco das árvores cresça de forma cilíndrica).

Para o plantio com maiores densidades de plantas por hectare, devem-se adotar fileiras duplas, faixas ou renques, com um maior espaçamento entre estas faixas para permitir maior entrada de luz para a pastagem: 20-21 x (3x2) - 435-416 pl/ha, 24-25 x (3x2) - 370-357 pl/ha. Entretanto há algumas desvantagens: em fileiras duplas as árvores tendem a crescer buscando a luz devido à competição e, com isso, sofrem deformações no tronco devido ao envergamento, diminuindo a qualidade da madeira para serraria (pode-se minimizar este efeito realizando-se o plantio em quincôncio, ou triangulado). Com uma maior densidade de plantas/ha, há uma maior possibilidade de receitas com desbastes intermediários (4-5 anos, 8-9 anos, 12-15 anos corte final).

Além do arranjo espacial, outro aspecto importante se refere ao manejo destas árvores depois de estabelecidas. Considerando que o crescimento das árvores promove uma dinâmica temporal no sombreamento imposto ao sub-bosque, é possível inferir que o limite máximo de sombreamento tolerável pela gramínea será ultrapassado em algum momento, dependendo da densidade de plantio e do arranjo espacial adotado.

Em espaçamentos mais amplos há maior incidência de luminosidade no sob-bosque. Além disso, a idade altera o padrão de distribuição da luminosidade para o sub-bosque, apesar de se manter a tendência de maior luminosidade para o sub-bosque nos espaçamentos mais amplos (Oliveira et al., 2007).

Sendo assim, tendo em vista o caráter de longo prazo deste tipo de sistema, enfatiza-se que é imperativo o controle do sombreamento. Este controle se dá basicamente por meio de dois tipos de manejo: a desrama e o desbaste. A desrama artificial consiste na remoção de galhos vivos da árvore com o objetivo de aumentar a qualidade do produto final, obtendo-se madeira limpa e sem defeitos (Finger et al., 2001; Polli et al., 2006). A desrama ainda tem a finalidade de favorecer o crescimento e as características dendrométricas das árvores (Finger et al., 2001), bem como, aumentar a luminosidade nas entrelinhas de

eucalipto, favorecendo o crescimento do pasto. Neste sentido, estima-se que a desrama pode proporcionar um aumento entre 30 e 40% de luminosidade para o sub-bosque.

O desbaste, por sua vez, consiste na remoção de árvores selecionadas dentro do sistema. Esta técnica é empregada na silvicultura tradicional, com o objetivo de melhorar as características físicas e de forma das árvores de melhor qualidade para produção de madeira de alto valor agregado. Entretanto, pode-se depreender que a despeito do objetivo meramente silvicultural, há outro benefício associado que é o aumento de luminosidade incidente no sub-bosque. Na Figura 3 é possível observar o detalhe das copas antes e após o desbaste de duas fileiras de árvores estabelecidas em sistema silvipastoril.

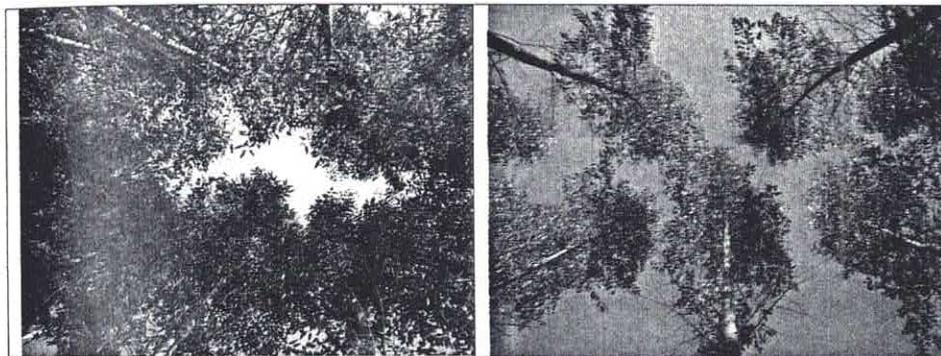


Figura 3 - Detalhe da cobertura florestal antes (esquerda) e após (direita) o desbaste de 50% das árvores.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas silvipastoris são uma modalidade de exploração que podem trazer benefícios para o setor pecuário brasileiro, tendo em vista as potencialidades de melhorias do solo, da qualidade da forragem e do desempenho animal, além de se constituir em uma alternativa viável para diversificação e aumento de renda para o produtor rural. A sombra e a biomassa das árvores têm potencial para aumentar a disponibilidade de nitrogênio e outros nutrientes no solo, promovendo reflexos positivos para a produção e o valor nutritivo da forragem. A temperatura ambiente reduz em condições de sombreamento, contribuindo para melhorar o conforto térmico de animais em pastagem.

Em condições tropicais as melhorias do teor proteico da forragem podem ter reflexos positivos no desempenho de animais, especialmente os de raças mais especializadas europeias ou seus cruzamentos.

Sabe-se que muitas gramíneas forrageiras apresentam ajustes morfofisiológicos que as permitem continuar produzindo em condições de sombreamento moderado. Por outro lado, a sombra intensa prejudica o crescimento do pasto, ameaçando a sustentabilidade do sistema. Portanto, o planejamento para manutenção de sombreamentos moderados é um ponto central para obtenção de retornos satisfatórios. Neste contexto, estratégias de manejo do componente florestal contribuem para obtenção da condição almejada. Os resultados disponíveis até o momento evidenciam que dificilmente poderiam se esperar elevadas taxas de acúmulo de forragem, capacidades de suporte e produtividade animal por área se a gramínea estiver submetida ao sombreamento. Mas, conforme destacado por Garcia & Couto (1997), não deve ser esperada produtividade máxima dos componentes do sistema e sim a sustentabilidade do ecossistema e a geração de retornos satisfatórios.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, M.J.; PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, M.M. et al. Influence of different percentages of tree cover on the characteristics of a *Brachiaria decumbens* pasture. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL, 7, 2004, Mérida, México, 2004. CD-ROM.
- ANDRADE, C.M.S., GARCIA, R., COUTO, L. et al. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1845-1850, 2003 (Supl. 2).
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L. et al. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1178-1185, 2001.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.263-270, 2004.

- em  
nte  
es  
es  
sa  
do  
os  
os.  
tal  
os  
se  
de  
er  
&  
os  
a  
ent  
ns  
DS  
4,  
eis  
v.  
de  
ao  
m  
de  
de  
o.
- AROEIRA, L.J.M.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F. et al. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p. 413-418, 2005.
- BALEIRO, F.C. **Nutrientes na água de chuva e na biomassa em monocultivo e consórcio de *Acacia mangium* W. *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden**. Tese de Mestrado em Ciência do solo. Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- BERNARDINO, F.S., TONUCCI, R.G., GARCIA, R. et al. Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1412-1419, 2011.
- BODDEY, R.M, MACEDO, R., TARRE, R.M. et al. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline? **Agriculture Ecosystem Environment**, v.103, p.:389-403, 2004.
- BUFFINGTON, D. e COLLIER, R. J.; CANTON, G.H. Shade management Systems to reduce heat stress for dairy cows in hot humid climates. **Trans. ASAE**, v. 26, p. 1798-1802, 1983.
- CANDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M, et al. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em *Panicum maximum* cv Mombaça sob lotação intermitente. **Revista de Brasileira Zootecnia**, v.34, n.5, p.1459-1467. 2005.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação da pastagem de capim-Mombaça submetida regime de desfolha intermitente**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2003 Tese (Doutorado em Produção Animal). ESALQ-USP. 2003.
- CARVALHO, M. M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO. 3., 2001, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 85-108.
- CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J., CARNEIRO, J.C. **Sistemas Agroflorestais Pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. 1 ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001a. 413 p.
- CARVALHO, M.M.; BARROS, J.C.; XAVIER, D.F. et al. Composición química del forraje de *B. decumbens* associada com espécies de leguminosas arbóreas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUÁRIOS SUSTENIBLES, 6., 1999, Cali. **Memórias...** Cali: CIPAV, 1999. 1 CD.

- 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, 2002.
- CARVALHO, M.M.; XAVIER, D.F.; ALVIM, M.J. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação e sustentabilidade de pastagens cultivadas. 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: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001b. p. 189-204.
- CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.
- CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M. et al. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.19-25, 2009.
- CLASON, T.R.; SHARROW, S.H. Silvopastoral practices. In: Garrett H.E., Rietveld W.J. and Fisher R.F. (eds), **North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice**. ASA, Madison, WI, pp. 119-147. 2000.
- COLLIER, R. J.; BEEDE, D. K.; THATCHER, W. W., Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. **Journal Dairy Research**, v.65, p.2213-2227, 1982.
- CRUZ, P. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C4 perennial grass under field conditions. **Plant and Soil**, v.188, p.227-237, 1997.
- DENIUM, B.; SULASTRI, R.D.; SEINAB, M.H.J. et al. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Netherlands Journal of Agriculture Science**, v.44, p.111-124, 1996.
- DIAS-FILHO, M. Growth and biomass allocation of the C<sub>4</sub> grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p.2335-2341, 2000.
- ERIKSEN, F.I.; WHITNEY, A.S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, v. 73, p. 427-433, 1981.

- FERNÁNDEZ, M.E., GYENGE, J.E., SALDA, G.D. et al. Silvopastoral systems in northwestern Patagonia I: growth and photosynthesis of *Stipa speciosa* under different levels of *Pinus ponderosa* cover. **Agroforestry Systems**, v. 55, p. 27-35, 2002.
- FINGER, C.A.G., SCHNEIDER, P.R., BAZZO, J.L. et al. Efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento e a produção de *Eucalyptus saligna* Smith. **Cerne**, v.7, p.53-64, 2001.
- FULKERSON, W.J.; SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: 2. Effect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Science**, v.50, n1, p.16-29, 1995.
- GARCIA, N.C.P.; REIS, G.G.; SALGADO, L.T. et al. Consórcio do *Eucalyptus grandis* com gramíneas forrageiras em área de encosta na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 496p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).
- GARCIA, R., COUTO, L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. IN: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.447-471.
- GOBBI, K.F., GARCIA, R., GARCEZ NETO, A.F. et al. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.
- GOMIDE, C.A.M. **Características morfofisiológicas associadas ao manejo do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.)**. 2001. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFV, Viçosa, MG.
- GUENNI, O., SEITER, S., FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grassland**, v.42, p.75-87, 2008.
- HAWKE, M.F. Pasture production and animal performance under pine agroforestry in New Zealand. **Forage Ecology Management**, v.45, p.109-118, 1991.
- KALLENBACH RL, KERLEY MS, BISHOP-HURLEY JG. Cumulative forage production, forage quality and livestock performance from an annual ryegrass and cereal rye mixture in a Pine-Walnut Silvopasture. **Agroforestry Systems**, v.66, p.43-53, 2006.

- KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality responses of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> perennial grasses to shade. **Crop Science**, v.33, n.4, p.831-837, 1993.
- KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R.; TAYLOR, S. E. Growth of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> perennial grasses under reduced irradiance. **Crop Science**, v. 32, n. 4, p. 1033-1038, 1992.
- LOPES, C.M., PACIULLO, D.S.C., ARAÚJO, S.A.C. et al. Morfogênese de *Brachiaria decumbens* conforme o sombreamento e o uso de calagem e fertilização. In: IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2012. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012. CD ROM.
- MARTUSCELLO, J.A., JANK, L. GONTIJO NETO, M.M. et al. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1183-1190, 2009.
- MELLACE, E.M. **Eficiência da área de sombreamento artificial no bem estar de novilhas leiteiras criadas a pasto**. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Piracicaba, 2009.
- MONTEIRO, H.C.F.; CANTARUTTI, R.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Dinâmica de Decomposição e Mineralização de Nitrogênio em Função da Qualidade de Resíduos de Gramíneas e Leguminosas Forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1092-1102, 2002.
- MORAIS, D.A.E.F. **Varição de características do pelame, níveis de hormônios tireoideanos e produção de vacas leiteiras em ambiente quente e seco**. 2002. 123 f. Tese (Doutorado) –Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jabotical, 2002.
- MÜLLER, M.D.; BRIGHENTI, A.M.; PACIULLO, D.S.C. et al. **Cuidados para o estabelecimento de árvores em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 8 p. (Circular Técnica, 101).
- MÜLLER, M.D.; NOGUEIRA, G.S.; CASTRO, C.R.T. et al. Economic analysis of an agrosilvipastoral system for a mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.10, p. 1148-1153, 2011.
- MYERS, P.K.R., ROBBINS, G.B. Sustaining productive pastures in the tropics. 5. Maintaining productive sown grass pastures. **Tropical Grasslands**, v.25, n.2, p.104-110, 1991.

- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS. Piracicaba, 2001, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-770.
- DA SILVA, S.C., NASCIMENTO JR. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.121-138, 2007.
- NORTON, B.W.; WILSON, J.R.; SHELTON, H.M. et al. The effect of shade on forage quality. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. eds. FORAGES FOR PLANTATION CROPS. Proceedings of a Workshop, Bali, Indonesia, 27-29 jun. 1990. ACIAR, Canberra, 1991. Proc. No. 32, 168 p., pp. 83-88.
- OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIM, N. et al. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, v.13, n.1, p.40-50, 2007.
- OSÓRIO, M. M. 1997. Rectal temperature rhythms of cattle in the tropics. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT, 5, 1997, Bloomington. **Proceedings...** Bloomington: American Society of Agricultural Engineers, 1997. p. 803-808
- PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M. et al. Crescimento do pasto de capim-braquiária influenciado pelo nível de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.317-323, 2008.
- PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.04, 2007.
- PACIULLO D.S.C., CASTRO, C.R.T., GOMIDE, C.A.M. et al. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, v. 67, p.401-407, 2010.
- PACIULLO D.S.C., CASTRO, C.R.T., GOMIDE, C.A.M. et al. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, p.166-172, 2011a.
- PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; PASSOS, L.P. et al. Partición de biomasa en *Brachiaria decumbens* en respuesta a la radiação incidente en um sistema silvopastoril. In: CONGRESO FORESTAL DE CUBA, 5., 2011. Havana. **Anais...** Havana: Instituto de Investigaciones Forestais, 2011b. 5p. 1 CD.

- PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; MULLER, M.D. et al. Fertilidad del suelo y biomasa de forraje en pasturas manejadas con diferentes coberturas arbóreas. In: CONGRESO FORESTAL DE CUBA. 5. 2011, **Anais...** Habana: Instituto de Investigaciones Forestais, 2011c. 5p. 1 CD.
- PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M. et al. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.02, p.270-276, 2011d.
- PACIULLO, D.S.C., LOPES, C.L., ARAÚJO, S.A.C. et al. Composição morfológica e acúmulo de forragem de *Brachiaria decumbens* submetida à fertilização, em sistema silvipastoril ou monocultivo. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012. CD ROM.
- PACIULLO, D.S.C., LOPES, F.C.F., MALAQUIAS Jr., J.D. et al. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1528-1535, 2009.
- PAES LEME, T.M.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S. et al. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.668-675, 2005.
- PANDEY, C.B., VERMA, S.K., DAGAR, R.C. et al. Forage production and nitrogen nutrition in three grasses under coconut tree shades in the humid-tropics. **Agroforestry Systems**, v.83, p.1-12, 2011.
- PEREIRA, J.M., REZENDE, C.P. Sistemas silvipastoris: fundamentos agroecológicos e estado da arte no Brasil. IN: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p.199-220.
- PIRES, M.F.A.; SALLA, L.E.; CASTRO, C.R.T. et al. Physiological and behavioural parameters of crossbred in single *Brachiaria decumbens* pastures and in silvipastoril system. In: LIVESTOCK AND GLOBAL CLIMATE CHANGE, 2008, Hammamet/Tunisia. **Proceedings...** Hammamet/Tunisia: EEAP. 2008. p. 115-118.
- PIRES, M.F.A.; PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M. et al. Produção leiteira de vacas mestiças em pastagens arborizadas ou não e consorciadas de gramíneas com leguminosas, manejadas de forma orgânica. In: CONGRESSO NACIONAL DE SISTEMAS SILVIPASTORILES, 2009, Posadas. **Actas...** Buenos Aires : INTA, 2009. p. 354-358.

- PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M.; VERNEQUE, R.S. et al. Efeito das estações (verão e inverno) na temperatura retal e frequência respiratória de vacas Holandesas confinadas em free stall. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.6, p.747-752, 1998.
- POLLI, H.Q., REIS, G.G, REIS, M.G.F. et al. Qualidade da madeira em clone de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetido a desrama artificial. **Revista Árvore**, v.30, p.557-566, 2006.
- POWER, I.L., THORRO, L.D., BALKS, M.S. Soil properties and nitrogen availability in silvo pastoral plantings in *Acacia melanoxylon* in North Island, New Zealand. **Agroforestry Systems**, v.57, p.225-237, 2003.
- RIBASKI, J., MONTOYA, L. J. V., RODIGHERI, H. R. Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. **Informe Agropecuário**. V.22, n. 212, p. 61-67, 2001.
- RIBASKI, J., MONTOYA, L.J.V. Sistema silvipastoris desenvolvidos na região Sul do Brasil: a experiência da Embrapa Florestas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL, 2000, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite/FAO, 2000. 1 CD ROM.
- SALLA, L.E. **Comportamento e características adaptativas de novilhas leiteiras em sistema de pastejo rotacionado**. 2005. 85 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SAMARAKOON, S.P.; SHELTON, H.M.; WILSON, J.R. Voluntary feed intake by sheep and digestibility of shaded *Stenotaphrum secundatum* and *Pennisetum clandestinum* herbage. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, p. 143-150, 1990b.
- SAMARAKOON, S.P.; WILSON, J.R.; SHELTON, H.M. Growth, morphology and nutritive value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, p. 161-169, 1990a.
- SANTOS, V.A.C., ABREU, J.G., ALMEIDA, R.G. et al. Disponibilidade, morfofisiologia e valor nutritivo do capim-piatã sob sombreamento e sol pleno em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012. Belém. **Anais...** Belém: UFRA, 2012. CD ROM.
- SCHOENEBERGER, M.M.. Agroforestry: working trees for sequestering carbon on agricultural lands. **Agroforestry Systems**, v.75, p.27-37, 2009.

120XINGES

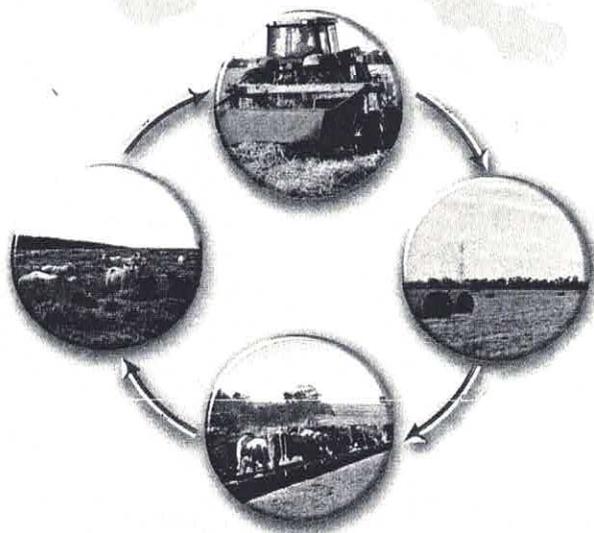
- SCHREINER, H.G. Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.15, p.61-72, 1987.
- SILVA, D.P., PACIULLO, D.S.C., CASTRO, C.R.T. et al. Produção de forragem e perfilhamento do capim-massai sob doses de nitrogênio e percentagens de sombreamento. IN: SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2010. CD ROM.
- SILVER, B.A. Shade is important for milk production. **Queensland Agricultural Journal**, v.113, n.2, p. 95-96, 1987.
- SMITH, M.A., WHITEMAN, P.C. Evaluation of tropical grasses in increased shading under coconuts canopies. **Experimental Agriculture**, v. 19, p.153-161, 1983.
- SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.443-451, 2009.
- TEKLEHAIMANOT, Z., JONES, M., SINCLAIR, F.L. Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in silvopastoral system in North Wales, UK. **Agroforestry Systems**, v.56, p.47-55, 2002.
- VEIGA, J.B., SERRÃO, E.A.S. **Sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos úmidos: a experiência da Amazônia brasileira**. In: PASTAGENS. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.37-68.
- WILSON, J. R.; LUDLOW, M. M. The environment and potential growth of herbage under plantation. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. eds. **Forages for plantation crops**. Proceedings of a Workshop, Bali, Indonesia, 27-29 jun. 1990. ACIAR, Canberra, 1991. Proc. No. 32, 168 p., pp. 10-24.
- WILSON, J.R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid south-east Queensland. **Tropical Grassland**, v.32, p.209-220, 1998.
- WILSON, J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 47, p.1075-1093, 1996.
- WONG, C. C. Shade tolerance of tropical forages. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. eds. **Forages for plantation crops**. Proceedings of a Workshop, Bali, Indonesia, 27-29 jun. 1990, ACIAR, Canberra, 1991. Proc. No. 32, 168p. pp. 64-69.

- WONG, C.C., SHARUDIN, M.A.M., RAHIM, H. **Shade tolerance potential of some tropical forages for integrations with plantations. 2. Legumes.** MARDI Research Bulletin, v.13, p.249-269, 1985.
- XAVIER, D.F., CARVALHO, M.M., ALVIM M.J. et al. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicais**, v.25, p.23-26, 2002.
- XAVIER, D.F. **Monitoramento do fluxo de nitrogênio em pastagens de *Brachiaria decumbens* em monocultura e em sistema silvipastoril.** 2009. 112 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- YAMAMOTO, W.; DEWI, I.A.; IBRAHIM, M. Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. **Agricultural Systems**, v.94, p.368-375, 2007.

**VI SIMFOR - VI SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM**  
**6<sup>th</sup> Symposium on Strategic Management of Pasture**

# PASTAGEM

**IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO**  
**1<sup>st</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING**



**Odilon Gomes Pereira**  
**Dilermando Miranda da Fonseca**  
**Karina Guimarães Ribeiro**  
**Fernanda Helena Martins Chizzotti**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**  
**DÉPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

