



Capítulo 25

Manejo de pastagens tropicais em sistemas silvipastoris

*Domingos Sávio Campos Paciullo
Carlos Augusto de Miranda Gomide*

Introdução

O Brasil possui condições privilegiadas para a produção animal a pasto, tendo em vista fatores como alto potencial de produção e grande diversidade de espécies forrageiras, extensa área territorial com possibilidade de uso para agropecuária e clima relativamente favorável em boa parte do ano, na maioria das regiões do país. A despeito do progressivo aumento dos níveis de produtividade de sistemas de produção de bovinos, em algumas regiões do país, nota-se, ainda hoje, baixa eficiência produtiva de animais em regime de pastejo. Diferentes fatores concorrem para este panorama, entre eles a degradação das pastagens, resultado de práticas de manejo inadequadas, o baixo potencial genético dos animais e o baixo nível de adoção de tecnologias comprovadamente eficazes, as quais poderiam elevar os índices de produtividade dos sistemas pecuários.

Dentre as tecnologias para produção agropecuária sustentável se destacam os sistemas silvipastoris (SSP). Esse tipo de exploração se refere ao cultivo associado de árvores e pastagens, além da criação de animais, em uma mesma unidade de manejo, na qual deve haver tanto interações ecológicas como econômicas. O nível de produtividade do sistema e sua eficiência econômica dependem, entre outros fatores, da adoção de práticas de manejo que possibilitem certo equilíbrio na competição por fatores de crescimento importantes para os componentes do sistema.

A despeito da complexidade nas interações árvore-pasto-animal, a pesquisa tem avançado, nos últimos anos, na geração de conhecimentos a respeito de práticas de manejo do sistema. Com respeito ao pasto, sabe-se que diversos fatores interferem nas suas taxas de crescimento, estrutura, valor nutritivo e persistência. A radiação solar é fundamental para o crescimento das plantas e qualquer variação na sua intensidade e na sua qualidade interfere na capacidade produtiva e no valor nutritivo do pasto. Em condições de sombreamento em SSP, o manejo da pastagem deve levar em consideração a competição por radiação, entre os componentes pasto e árvore, tendo em vista a necessidade de se produzir quantidade de forragem suficiente para alimentação dos animais, durante um longo período de tempo. O entendimento de fatores ligados ao manejo tais como fertilidade do solo, momentos de entrada e saída dos animais do piquete no pastejo rotacionado, controle da altura do pasto, entre outros, são fundamentais para nortear as práticas de manejo adotadas no sistema.

Neste capítulo serão discutidos aspectos relacionados aos efeitos do sombreamento nas características do pasto e os princípios para o adequado manejo de pastagens tropicais em SSP.

Modificações morfológicas e nutricionais de forrageiras em SSP

Sabe-se que o pasto sofre modificações morfofisiológicas, estruturais e nutricionais quando submetido à competição com o componente arbóreo por recursos de crescimento, principalmente no que se refere à competição pela radiação fotossinteticamente ativa (RFA).

O aumento do sombreamento resulta em lâminas foliares e colmos mais longos, o que resulta das maiores taxas de alongamento de folhas e colmos quando as plantas são submetidas à radiação reduzida, conforme observado para gramíneas dos gêneros *Brachiaria* (Lopes et al., 2011; Paciullo et al., 2011c) e *Panicum* (Castro et al., 2009). Em geral, a taxa de aparecimento de folhas não é influenciada pelo sombreamento (Paciullo et al., 2008), 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 apresenta pouca variação com o sombreamento (Lopes et al., 2011).

Um componente importante da produção de forragem em pastagens, fortemente influenciado pelos níveis de radiação, é o perfilhamento. O sombreamento natural proporcionado por árvores altera tanto a intensidade quanto a qualidade (relação vermelho:vermelho distante) da radiação incidente no sub-bosque (Wilson; Ludlow, 1991). Em geral, tem sido constatada redução da taxa de perfilhamento de gramíneas quando submetidas ao sombreamento. Para manter o desenvolvimento do perfilho, a planta prioriza o crescimento das plantas existentes, em detrimento da produção de novos perfilhos. A Figura 1 ilustra o efeito da restrição de radiação sobre a densidade de plantas de gramíneas forrageiras. Relvados submetidos à diminuição da radiação entre 18 e 36% (sombra moderada), quando comparados aos valores do sol pleno, produzem entre 80 e 88% dos perfilhos obtidos em pleno sol. Neste caso, a redução na densidade de perfilhos varia de 20 a 12%, níveis que podem ser considerados aceitáveis, tendo em vista outras respostas do pasto ao sombreamento, as quais poderão contribuir para a produção de forragem.

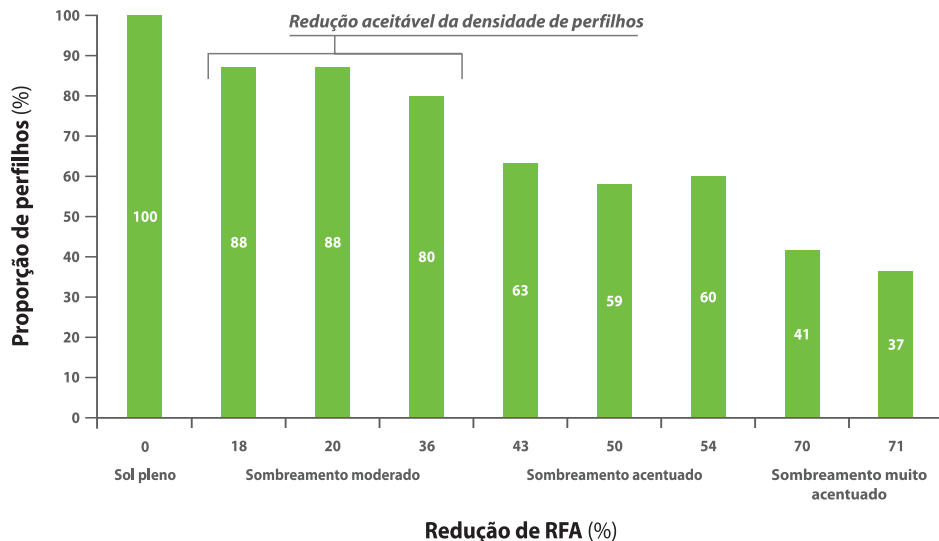


Figura 1. Representação ilustrativa da percentagem de perfilhos em pastos submetidos a diferentes graus de restrição de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), em relação ao número de perfilhos em sol pleno.

Reduções acentuadas ou muito acentuadas da radiação incidente, na maioria das vezes, terão repercussões negativas no perfilhamento e na produção de forragem, podendo comprometer a persistência do pasto e leva-lo à degradação.

Quanto ao valor nutritivo, a presença do componente arbóreo interfere de maneira diferente, conforme a característica nutricional avaliada. Geralmente observam-se aumentos dos teores de proteína da forragem em SSP, o que é atribuído às melhorias das condições de solo, especialmente aumentos da umidade e atividade microbiana, que favorecem a mineralização de nutrientes, em especial o nitrogênio.

Embora os efeitos do sombreamento nos teores de fibra e na digestibilidade in vitro da matéria seca (MS) sejam variáveis, há tendência de haver menores teores de fibra, decorrente da menor quantidade de fotoassimilados em condições de sombra, associada ao maior teor de proteína, e maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca. Contudo, as variações positivas esperadas no valor nutritivo em forrageiras sombreadas dependem da espécie, nível de sombreamento, fertilidade do solo, estação do ano, entre outros.

Espécies forrageiras tropicais para SSP

O uso de espécies com bom potencial forrageiro e boa qualidade nutricional se tornou uma realidade a partir do processo de intensificação da produção a pasto nos trópicos. Gramíneas dos gêneros *Brachiaria*, *Panicum*, *Cynodon* têm sido introduzidas em sistemas de pecuária devido às suas características de elevada capacidade de produção de matéria seca e bom valor nutricional. De fato, em condições tropicais, o grande potencial produtivo das gramíneas forrageiras usadas para formação de pastagens se constitui em uma das maiores vantagens competitivas, quando comparadas com gramíneas de clima temperado.

Em SSP devemos considerar que a radiação disponível para o pasto diminui com o passar dos anos. Neste sentido, é necessário associar, no momento da escolha da espécie, as características de bons potenciais produtivo e qualitativo à tolerância da forrageira ao sombreamento. 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*. 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 SSP (Soares et al., 2009; Paciullo et al., 2011c; Santos et al., 2012).

Aspectos do manejo de pastagens em SSP

As técnicas envolvidas no manejo da pastagem devem proporcionar alta produção de forragem de bom valor nutritivo e adequado desempenho dos animais, priorizando sempre a persistência do pasto. Além disso, deve-se buscar a eficiência econômica do sistema, com o mínimo de impacto ambiental negativo. Nota-se pelas premissas do manejo de pastagens, que o alcance de todos os resultados esperados não é tarefa simples, embora quando as etapas são bem planejadas e as tecnologias aplicadas adequadamente,

são perfeitamente atingíveis. O manejo do sistema como um todo envolve o método de pastejo, práticas de adubação da pastagem, controle da estrutura e do valor nutritivo do pasto, entre outras.

Método de pastejo

Quanto ao método de pastejo, se destacam dois mais importantes: **lotação contínua** e **lotação rotacionada**. No método de lotação contínua os animais permanecem por longos períodos na mesma unidade de manejo, enquanto que na lotação rotacionada os animais são periodicamente trocados de piquetes, permanecendo no mesmo piquete por um período de tempo que varia, normalmente, entre um e sete dias. Embora o manejo de lotação rotacionada não deva ser visto como sinônimo de intensificação do uso de pastagens, esse método permite o controle direto dos intervalos entre desfolhas da forrageira. Aqui vale ressaltar que a potencialização da produção forrageira nem sempre representa a melhor estratégia sob pastejo. Assim, o prolongamento do período de descanso em gramíneas tropicais, com alta taxa de acúmulo de forragem, traz sérios prejuízos para a estrutura do dossel e para a eficiência de uso do pasto. Também a interrupção precoce da rebrotação, ou seja, o uso de períodos de descanso ou intervalos de desfolhas muito curtos, compromete a produção de forragem, pois não permite que as altas taxas de crescimento se traduzam em acúmulo de forragem, além de contribuir para o esgotamento das plantas e representar um risco potencial para persistência do pasto. Por isso, o uso do pasto no momento correto é ponto fundamental para garantir adequada estrutura para o pastejo, com claras vantagens em termos de produção por área.

No pastejo de lotação contínua, a desuniformidade do pastejo é normalmente maior que na lotação rotacionada. Em SSP, esse problema pode se agravar, tendo em vista que a pastagem está submetida a condições de radiação desuniformes, conforme o distanciamento das árvores. Como consequência, em áreas extensas de pastagem criam-se microambientes diferentes na mesma em termos de temperatura do ar, umidade do solo, estrutura do dossel e valor nutritivo da forragem, o que favorece a heterogeneidade do pastejo. O pastejo de lotação rotacionada deve ser preferido, nesta situação, porque preconiza o uso de piquetes de menor área, com uso de maiores densidades de lotação animal, o que contribui para uniformizar o pastejo e reduzir as perdas de forragem. Outra questão se refere à facilidade de implantação de cercas eletrificadas, utilizando-se as próprias linhas de árvores como referência dos limites do piquete.

Reposição de nutrientes ao solo

Outro ponto importante se refere à fertilidade do solo. Sabe-se que o solo não é fonte inesgotável de nutrientes e a reposição desses no sistema deve ser considerada para garantir as condições de rápido restabelecimento da planta forrageira. O nitrogênio é o principal nutriente responsável pela aceleração no crescimento das plantas e no incremento da capacidade de suporte da pastagem, mas seu efeito pressupõe adequada disponibilidade de fósforo e potássio no solo. De modo geral, a adubação nitrogenada não traz benefício ao desempenho do animal individualmente, mas aumenta a capacidade de suporte da pastagem e, portanto, melhora a produção por hectare.

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, discutidos a seguir.

Sistemas com leguminosas arbóreas e manejo extensivo

Em SSP 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., 2011b). As respostas positivas têm sido observadas, especialmente, em pastos estabelecidos em solos de baixa fertilidade natural (Wilson, 1998; Carvalho, 2001). 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 matéria seca (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 microrganismos 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 mesmas. 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. (2011b). 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, 2001). 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 1). 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 a leguminosa guachapele (*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 *Acacia mangium* e angico mirim (*Mimosa 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.

Tabela 1. Ganho médio diário (GMD), ganho de peso vivo por áera (GPV) e taxa de lotação (TL) com recria de fêmeas Nelore em três sistemas de integração, Campo Grande, MS.

Característica	Cobertura por leguminosas arbóreas (%)		
	0	20	30
Solo			
K (mg/dm ³)	30,6	35,0	47,6
P (mg/dm ³)	1,87	2,90	5,20
MO (%)	1,70	2,10	2,53
CTC efetiva (cmol _c /dm ³)	1,25	1,45	1,86
CTC potencial (cmol _c /dm ³)	5,60	6,87	7,53
Pasto			
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. (2011b).

Sistemas com maior grau de intensificação no manejo da pastagem

Apesar dos modelos anteriormente citados serem potencialmente viáveis para produção animal em regime de pastejo com baixo uso de insumos, especialmente fertilizantes, deve-se reconhecer 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 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 no solo em maiores quantidades.

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. Mesmo o maior valor de taxa de acúmulo (25,8 kgMS/ha/dia) esteve abaixo do potencial produtivo da gramínea, o que foi atribuído pelos autores à menor quantidade de radiação disponível para o crescimento da gramínea.

Pandey et al. (2011) relataram respostas positivas de três gramíneas forrageiras (*P. maximum*, *Pennisetum purpureum* e *Brachiaria mutica*) ao fertilizante nitrogenado aplicado até a dose de 120 kgN /ha/ano. 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 K₂O 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 2). No sombreamento intenso (redução de 70% em relação à radiação 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.

Tabela 2. Taxa de acúmulo de MS de forragem (kg/ha.dia) de *B. decumbens*, conforme o nível de sombreamento e uso de fertilização.

Sombreamento (%)	Fertilização (N-P-K)	
	Com	Sem
0	54,4	36,1
20	37,7	31,8
70	15,7	19,6

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2012).

Os dados de ganho de peso (kg/ha) obtidos em pastagens de *B. decumbens*, sombreadas ou não por árvores, reforçam as observações feitas acima (Figura 2). O experimento foi desenvolvido em áreas montanhosas, constituídas por solos de baixa fertilidade, para avaliar o ganho de peso de novilhas leiteiras em fase de recria. As avaliações ocorreram durante sete anos, divididos em dois períodos consecutivos de quatro (2003 a 2006) e três anos (2011 a 2013). No primeiro período não houve adubação e o sombreamento médio no sistema silvipastoril foi de 26% em relação às condições de sol pleno. No segundo período houve adubação de 90 kg N e K₂O /ha/ano e 20 kg P₂O₅/ha/ano. Além disso, o sombreamento médio foi de 45% quando comparado ao sol pleno. No primeiro período verificou-se produção de carne por hectare, em termos de peso vivo (PV), maior no SSP durante os quatro anos experimentais, além de uma queda progressiva nos ganhos obtidos no sistema de braquiária em monocultivo. No segundo período, houve aumento anual na produção do monocultivo, certamente em resposta às adubações, as quais foram gradualmente melhorando as condições de fertilidade de solo. Do primeiro para o terceiro ano foi observado aumento de 35% no ganho de peso das novilhas do monocultivo. Por outro lado, não foi verificado aumento no ganho por área nos dois primeiros anos no sistema silvipastoril, e um aumento de apenas 16% no terceiro ano, em relação ao segundo ano do experimento. Deduz-se que a sombra excessiva existente nos anos de 2011 a 2013 limitou as respostas do pasto ao fertilizante aplicado, impedindo aumento mais expressivo da capacidade de suporte do pasto e dos ganhos de peso por hectare.

Os resultados apresentados evidenciam que o uso de fertilizantes na busca pelo aumento de produtividade do componente pecuário, em SSP, embora seja importante, deve ser analisado com reservas, em função da interferência do sombreamento nas respostas das gramíneas. Logicamente, as respostas dependerão principalmente da densidade e arranjo de plantio, espécie e idade das árvores e práticas de manejo do componente arbóreo. Contudo, benefícios podem ser alcançados com uso de doses moderadas de fertilizantes, desde que o sombreamento também seja apenas moderado. Na maioria dos casos, sombreamentos acima de 40-50% da radiação plena reduzem acentuadamente a resposta do pasto ao adubo aplicado (Eriksen; Whitney, 1981; Pandey et al., 2011; Paciullo et al., 2012), tornando a prática da adubação questionável nesses casos.

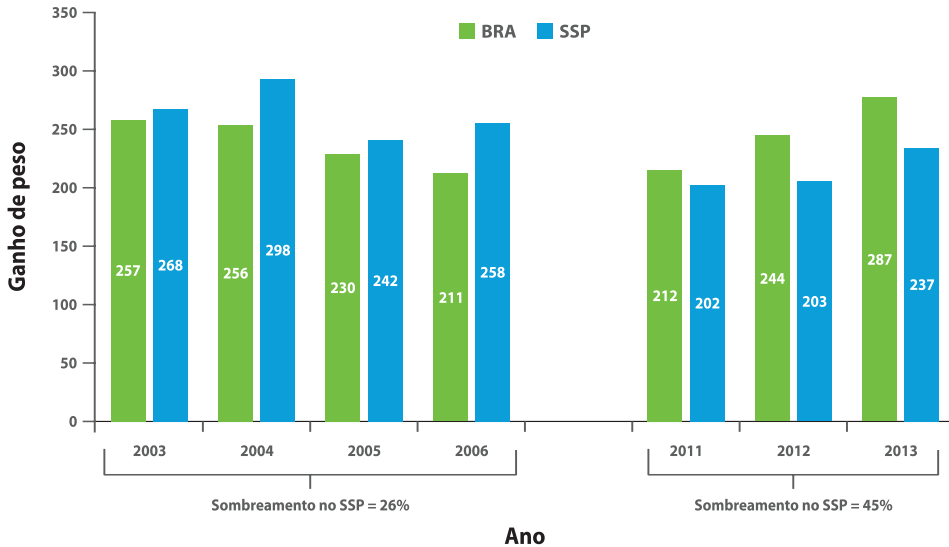


Figura 2. Valores de ganho de peso corporal de novilhas leiteiras (kg/ha), durante as épocas chuvosas (novembro a março) de sete anos experimentais, em pastagens de *B. decumbens* em monocultivo (BRA) ou em sistema silvipastoril (SSP).

Considerações sobre o manejo do pastejo

Os estudos de manejo de pastagens das últimas décadas têm buscado controlar a estrutura do pasto e aumentar sua eficiência de uso sob pastejo, sendo a intensidade e a frequência do pastejo as ferramentas a serem ajustadas para este objetivo. Sob lotação rotacionada este controle tem sido buscado com variações no resíduo pós-pastejo (intensidade) e no intervalo entre pastejos (frequência). Ainda não há definições claras a respeito do manejo do pastejo em SSP. 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. Entretanto, à luz dos conhecimentos de morfofisiologia de forrageiras cultivadas à sombra, podem-se fazer algumas inferências sobre o manejo do pastejo em SSP.

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 resultados apresentados por Gomide (2001), Carnevali (2003), entre outros.

O critério do número fixo de dias para definição do intervalo de desfolha tem sido contestado, embora seja o mais fácil do ponto de 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 comprometimento da estrutura da forrageira ou de sua persistência. Se considerarmos o sombreamento em SSP, 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, o período fixo em dias é um critério questionável também para o manejo de pastagens em SSP.

O critério do número de folhas vivas por perfilho, avaliado por alguns autores (Gomide, 2001; Candido et al., 2005), poderia se revestir de importância para orientação do manejo de pastagens em SSP. Sabe-se que a taxa de aparecimento de folhas e sua vida útil se modificam muito pouco com o sombreamento, desde que esse seja moderado (Paciullo et al., 2008; Lopes et al., 2011). Como resultado, temos relvados com número mais ou menos constante de folhas vivas, independentemente da gramínea estar ou não em sistema silvipastoril. Enfatiza-se que essas condições são esperadas para pastos cultivados em ambientes com reduções apenas moderada da radiação fotossinteticamente ativa. Essa redução pode ser caracterizada por uma diminuição da ordem de 25 a 35% da RFA plena, ou seja, o pasto deverá receber pelo menos entre 65 e 75% da RFA plena. 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. Este fato resulta em maior distanciamento dos pontos de inserção das folhas no colmo (internódios mais longos) e menor densidade de forragem. Da mesma forma, as maiores taxas de alongamento de folhas e o período mais ou menos constante de alongamento de folhas produzem lâminas foliares mais longas, embora de menor espessura. Portanto, condições de menor RFA incidente favorecem a produção de relvados com plantas mais altas, com folhas mais longas e mais espaçadas no perfilho e colmos mais finos, o que pode acarretar tombamento excessivo das plantas pelo pisoteio, levando à redução da eficiência de pastejo.

Por exemplo, um relvado de *B. decumbens* pode manter cinco folhas vivas por perfilho com altura média de 25-30 cm, no sol pleno (Paciullo et al., 2008), enquanto que em condições de sombreamento a mesma gramínea manteria cinco folhas vivas por perfilho com altura que poderia alcançar 50 cm ou até mais, dependendo do grau de redução da RFA.

O critério de interceptação da radiação incidente se constituiu em um dos principais avanços para manejo do pastejo de gramíneas tropicais nos últimos anos (Silva; Nascimento Junior, 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. Assim como demonstrado por Parsons e Penning (1988) para gramíneas de clima temperado, também em gramíneas tropicais, a interrupção do período de descanso baseado na interceptação de 95% da luz incidente pelo dossel tem se mostrado eficiente em prevenir, além do acúmulo de material senescente, o alongamento do colmo, que são processos que comprometem a estrutura do pasto e reduzem a eficiência de utilização da forragem.

Em ambientes onde o pasto está submetido a uma baixa RFA incidente, normalmente menor que 65% da RFA plena, por influência das árvores, uma questão deve ser considerada: a forte redução na 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. Por outro lado, em condições menos drásticas de sombreamento, pode ser possível o alcance de 95% de interceptação luminosa, ainda que haja uma redução na população de perfilhos e na densidade de forragem do pasto. 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.

Portanto, o uso das alturas já pré-definidas para forrageiras cultivadas a sol pleno parece não ser a estratégia ideal para relvados mantidos à sombra, tendo em vista as modificações morfofisiológicas resultantes do sombreamento, discutidas em tópicos anteriores deste trabalho. Observações práticas, em ambientes silvipastoris, têm sugerido que as alturas mais adequadas de entrada e saída dos animais do piquete parecem estar acima daquelas recomendadas para pastos em monocultivo. É importante lembrar que pastos sombreados frequentemente apresentam menores teores de compostos de reserva na base da planta, menores índices de área foliar e meristemas apicais mais susceptíveis à remoção pelo pastejo, tendo em vista a maior altura das plantas. Por isso, pastejos severos e frequentes devem ser evitados, pois podem comprometer a persistência do pasto.

Produção de forragem e desempenho animal em SSP

Como visto, a intensidade de sombreamento imposto pelo componente arbóreo pode variar bastante dependendo da idade, espaçamento e arranjo das árvores na área. Sombreamentos variando entre 20 e 35% da radiação fotossinteticamente ativa têm sido considerados moderados, enquanto sombreamentos acima destas percentagens podem ser considerados acentuados. Normalmente, níveis de sombra acima de 40-50% da luz solar plena têm sido prejudiciais ao crescimento e produção de forragem em sistemas agrossilvipastoris ou silvipastoris. Por outro lado, em condições de sombreamento moderado, é possível obter produções de forragem semelhantes àquelas observadas no sol pleno.

Exemplos de boa persistência do pasto associada à satisfatória produção animal foi demonstrada em trabalhos desenvolvidos em sistemas silvipastoris implantados no final dos anos de 1990, início dos anos 2000, na Zona da Mata Mineira (Paciullo et al., 2011; 2014). A região é montanhosa, com duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa, com temperaturas mais elevadas e outra seca e mais fria. O primeiro sistema foi implantado com eucalipto e leguminosas arbóreas, em consórcio com *B. decumbens* e foi manejado de 2001 a 2002 com vacas não lactantes e entre 2003 e 2007 com novilhas leiteiras na fase de recria. O segundo sistema foi implantado somente com leguminosas arbóreas, além da *B. decumbens* e leguminosas herbáceas e foi manejado entre 2007 e 2009 com vacas ½ Holandês x Zebu, em lactação. Em ambos os sistemas foram mantidas alturas médias de pré e pós-pastejo de 20 e 40 cm, respectivamente. A capacidade de suporte média das pastagens sombreadas, manejadas de forma mais extensiva, foi de 1,5 UA/ha/ano, sem o uso de adubação química. O ganho de peso médio das novilhas Holandês x Zebu, variou

entre 500 e 600 g/novilha/dia, durante a época chuvosa e entre 200 e 300 g/novilha/dia, durante a época seca do ano, totalizando ganhos médios de 300 kg/ha/ano (Paciullo et al., 2009, 2011a). As produções de leite no SSP variaram entre 10,5 e 12,4 kg/vaca/dia, sem suplementação concentrada (Paciullo et al., 2014).

Estratégias para o controle do nível de sombreamento do pasto

Os dados apresentados evidenciam a importância do planejamento do sistema no que se refere ao componente arbóreo, no sentido de se evitar sombreamentos excessivos quando há interesse do produtor em obter elevadas produções de carne e/ou leite em áreas de SSP. Aspectos sobre a espécie arbórea, o arranjo e o espaçamento entre árvores, assim como as práticas de manejo do componente arbóreo devem ser considerados antes do plantio.

Os espaçamentos mais adequados têm sido aqueles que proporcionam densidades de plantio variando de 200 a 450 árvores por hectare. Conforme Muller et al. (2010), 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). Neste tipo de plantio, haverá menor sombreamento do pasto ao longo do tempo. 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. 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 até o corte final).

Além do arranjo espacial, outro aspecto importante se refere ao manejo destas árvores depois de estabelecidas. Considerando-se 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. De forma geral, em espaçamentos mais amplos há maior incidência de luminosidade no sub-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.

Sendo assim, tendo em vista o caráter de longo prazo desse 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. A desrama ainda tem a finalidade de favorecer o crescimento e as características dendrométricas das árvores, bem como, aumentar a luminosidade nas entrelinhas de árvores, 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. Mas além do objetivo meramente silvicultural, há o benefício associado que é o aumento de luminosidade incidente no sub-bosque.

Considerações finais

Os sistemas silvipastoris são dinâmicos e apresentam uma séria de interações complexas entre o pasto, o animal e a árvore. O manejo da pastagem neste tipo de sistema requer conhecimentos específicos sobre os efeitos das árvores no pasto, especialmente quando se considera a competição por radiação fotossinteticamente ativa entre as árvores e o pasto. As espécies forrageiras devem apresentar bom potencial produtivo e relativa tolerância ao sombreamento. Sabe-se que algumas espécies de gramíneas são adequadas para sistemas silvipastoris, com destaque para as do gênero *Brachiaria* spp. No manejo, deve ser preconizado o pastejo de lotação rotacionada, pelas vantagens de uniformização e possibilidade de maior intensificação. Deve-se buscar boa produtividade animal, mas nunca se esquecer da persistência do pasto, o que está relacionado à adequada reposição de fertilizantes ao solo, ao uso de pressão de pastejo adequada à capacidade de suporte do pasto e aos aspectos do manejo do pastejo, especificamente relacionados com a frequência e intensidade do mesmo.

Referências

- ALVIM, M. J.; PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, M. M. 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. [Memorias]. [S.l.: s.n.], 2004. 1 CD-ROM.
- ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1178-1185, jul./ago. 2001.
- BALIEIRO, 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.** 1999. 99 f. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CANDIDO, M. J. D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, W. E. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em *Panicum maximum* cv Mombaça sob lotação intermitente. **Revista de Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p.1459-1467, set./out. 2005.
- CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação da pastagem de capim-Mombaça submetida regime de desfolha intermitente.** 2003. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- 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.

CASTRO, C. R.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MULLER, M. D.; NASCIMENTO JUNIOR, E. R. Características agrônômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 19-25, 2009.

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, n. 3, p. 427-433, Jan. 1981.

GOMIDE, C. A. M. **Características morfofisiológicas associadas ao manejo do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.)**. 2001. 107 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; SILVA, D. P.; DOMITH, B.; OLIVEIRA, A. M. S. Morfogênese de *Brachiaria decumbens* conforme o sombreamento e o uso de calagem e fertilização. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2012, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 2011. 1 CD-ROM.

MULLER, M. D.; BRIGHENTI, A. M.; PACIULLO, D. S. C.; MARTINS, C. E.; CASTRO, C. R. T. **Cuidados para o estabelecimento de árvores em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 8 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular técnica, 101).

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **A produção animal na visão dos brasileiros: anais**. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-770.

PACIULLO D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; GOMIDE, C. A. M.; MAURÍCIO, R. M.; PIRES, M. F. A.; MULLER, M. D.; XAVIER, D. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, n. 2-3, p.166-172, Nov, 2011a.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, C. L.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; MORENZ, M. J. F.; SILVA, D. P. 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, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 2012. 1 CD-ROM.

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

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento do pasto de capim-braquiária influenciado pelo nível de sombreamento e pela a estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 317-323, jul. 2008.

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; MULLER, M. D.; XAVIER, D. F.; ROSSIELLO, R. O. P.; LOPES, C. M.; GOMIDE, C. A. Fertilidad del suelo y biomasa de forraje en pasturas manejadas con diferentes coberturas arbóreas. In: CONGRESO FORESTAL DE CUBA, 5.; SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROFORESTALES, 6.; ENCUENTRO INTERNACIONAL DE JOVENES INVESTIGADORES, 5., 2011, Havana, Cuba. **Annales...** Havana: Instituto de Investigaciones Forestais, 2011b. 5 p. 1 CD-ROM.

PACIULLO, D. S. C.; FERNANDES, P. B.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; SOUZA SOBRINHO, F.; CARVALHO, C. A. B. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 270-276, fev. 2011c.

PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; MAURICIO, R. M.; GOMIDE, C. A. M. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1264-1271, Aug. 2014.

PANDEY, C. B.; VERMA, S. K.; DAGAR, R. C.; SRIVASTAVA, R. C. Forage production and nitrogen nutrition in three grasses under coconut tree shades in the humid-tropics. **Agroforestry Systems**, v. 83, n. 1, p. 1-12, Sept. 2011.

PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. The effect of duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 15-27, Mar. 1988.

SANTOS, V. A. C.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; GALATI, R. L.; MACEDO, M. C. M.; BEHLING NETO, A. 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, PA. **Sistemas silvipastoris, o caminho para a economia verde na pecuária mundial**. Belém, PA: UFPA, 2012. 1 CD-ROM.

SILVA, S. C. da; NASCIMENTO JUNIOR, D. do. **Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens**: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. R. Bras. Zootec., Viçosa, v. 36, supl. p. 122-138, July 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007001000014&lng=en&nrm=iso>. access on 01 Sept. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007001000014>.

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, n. 2, p. 443-451, mar. 2009.

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

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, n. 4, 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, n. 7, p.1075-1093, 1996.

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.