

CONFORTO TÉRMICO E BEM-ESTAR ANIMAL EM PASTAGEM: UM DESAFIO PARA A PECUÁRIA TROPICAL

Fabiana Villa Alves¹, Valdemir Antônio Laura¹, Roberto Giolo de Almeida¹, Nivaldo Karvatte Junior

¹Pesquisador (a) Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa – Gado de Corte, Campo Grande, MS, e-mail: fabiana.alves@embrapa.br

²Doutorando em Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, UFG, Goiânia, GO.

1. INTRODUÇÃO

O interesse por tecnologias capazes de mitigar os efeitos do calor, em humanos e animais, aumentou proporcionalmente à evidência das mudanças climáticas e aquecimento global dos últimos anos. A sombra, dentre as várias disponíveis, natural ou artificial, é a medida protetiva de maior importância em regiões de clima tropical, principalmente para animais em pastagens. Em sistemas extensivos localizados nestas regiões, o calor excessivo pode ocasionar estresse e desconforto fisiológico em bovinos, além de diminuição do bemestar animal. Assim, sistemas produtivos capazes de mitigar o calor por meio de árvores são essenciais para a sustentabilidade da pecuária nos trópicos

O fornecimento de sombra natural é uma das práticas mais eficientes e econômicas para se reduzir os efeitos indesejáveis do clima sobre os animais, uma vez que as árvores diminuem a carga de calor associada, principalmente, à radiação solar (Karvatte Jr. et al, 2016). Entretanto, na prática, na maioria das vezes as árvores são sub-utilizadas ou negligenciadas nas propriedades rurais.

Sistemas silvipastoris (SSP) ou do tipo integração pecuária-floresta (IPF) são sistemas de produção nos quais forrageiras e/ou animais e árvores são cultivados, simultânea ou sequencialmente, na mesma unidade de área. Neste contexto, a arborização permite repovoar de forma ordenada áreas de pastagens a céu aberto, oferecendo proteção ao rebanho dos extremos climáticos, além de serviços ambientais e diversificação de produtos florestais e pecuários (Montoya et al., 1994).

De acordo com Magalhães et al. (2004), a ideia de integrar animais nas atividades florestais já existe em várias partes do mundo, principalmente na Ásia, África, América Central e alguns países da América Latina. No Brasil, há um crescente interesse por esses sistemas principalmente nos estados de Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, São Paulo, Pará e, principalmente, na região Centro-Oeste. Nesta, cerca de dois milhões de hectares encontram-se implantados em diferentes formatos.



Figura 10. Sistema agrossilvipastoril com eucalipto com 5 anos, em Mato Grosso do Sul.
Fonte: Nivaldo Karvatte Junior.

2. SISTEMAS SILVIPASTORIS E SEUS BENEFÍCIOS

Os sistemas silvipastoris diminuem os impactos ambientais negativos inerentes aos sistemas convencionais de criação de ruminantes (bovinos e/ou ovinos), por favorecerem a restauração ecológica de pastagens degradadas. Melhoram também as condições para o desenvolvimento da forrageira e o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, diversificam a produção das propriedades rurais, gerando lucros e produtos adicionais, e permitem a intensificação e o uso sustentável do solo, além de outros benefícios (Franke & Furtado, 2001; Furtado & Filho s/d).

Os SSPs podem ser classificados de acordo com o tipo de arranjo e a finalidade. Alguns dos tipos mais utilizados são árvores dispersas nas pastagens, bosquetes nas pastagens, árvores em faixas na pastagem, plantio florestal madeireiro ou frutífero com animais, cerca viva e mourão vivo, banco forrageiro e quebra-vento (Figura 1) (Franke & Furtado, 2001).

Os SSPs podem ser classificados de acordo com o tipo de arranjo e a finalidade. Alguns dos tipos mais utilizados são árvores dispersas nas pastagens, bosquetes nas pastagens, árvores em faixas na pastagem, plantio florestal madeireiro ou frutífero com animais, cerca viva e mourão vivo, banco forrageiro e quebra-vento (Figura 4) (Franke & Furtado, 2001).

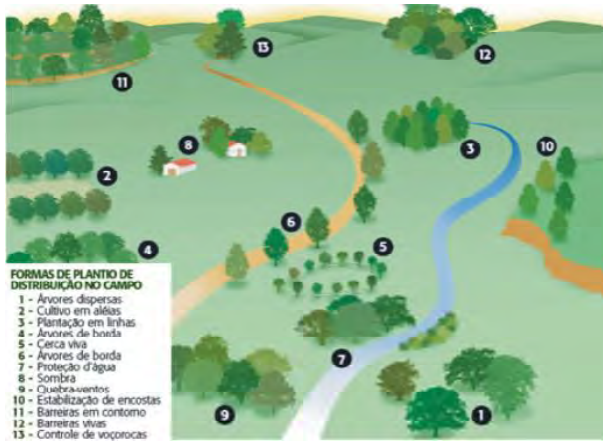


Figura 1. Formas de implantação de sistemas silvipastoris. Fonte: Medrado (2000).

Do ponto de vista econômico, sistemas silvipastoris podem fornecer alimento para pessoas e para o gado, madeira, lenha, postes e mourões, frutos e castanhas, resinas, pasto apícola, entre outros produtos (Montoya et al., 1994). A utilização das árvores para a produção de madeira envolve planejamento e conhecimento das opções, disponibilidade de mão de obra e/ou treinamento de pessoal, produção esperada, custos, taxas, mercado e riscos envolvidos. A associação de pequenos produtores pode permitir a comercialização de volumes maiores, aumentando o preço da madeira (Abel et al., 1997), e ainda pode viabilizar a utilização de serrarias portáteis (Schaitza et al., 2000), que agregam valor ao produto comercializado. A produção de madeira leva tempo, e para maximizar os benefícios, os sistemas implantados devem utilizar o maior número de benefícios possível da presença das árvores, como proteção dos ventos e sombra (Abel et al., 1997).

Os sistemas silvipastoris possuem também um papel importante no estabelecimento de corredores ecológicos, que favorecem o intercâmbio de genes entre populações de espécies, pela polinização e dispersão de sementes, interligando fragmentos florestais dispersos e isolados (Franke & Furtado, 2001). Além disso, promovem a conservação e melhoria do solo, por meio da redução da erosão eólica, estabilização dos solos, especialmente nas encostas, ação descompactante das raízes e atividade microbiana. As árvores aceleram a ciclagem de nutrientes, principalmente no caso de plantas fixadoras de nitrogênio e com micorrizas, aumentando os nutrientes disponíveis no sistema.

A lucratividade de sistemas silvipastoris tem sido demonstrada em vários trabalhos, exemplificado pelo estudo conduzido por Benavides (1998), que comparou monocultura de floresta, monocultura de pastagens, e sistema silvipastoril com 250 e 416 árvores por hectare. Este último sistema apresentou as melhores taxas internas de retorno do investimento efetuado, superando a

renda líquida obtida nas monoculturas. Segundo os indicadores obtidos na região Sul do Brasil, por Rodigheri (1977), plantios florestais e sistemas agroflorestais apresentam rentabilidade significativamente maiores que a respectiva rentabilidade dos cultivos anuais de feijão + milho e soja + trigo.

Além dos aspectos já abordados, o que vem ganhando maior destaque nos últimos anos é o bem-estar animal e conforto térmico proporcionado por esses sistemas. Isto porque o clima é um dos principais fatores que afetam a produção animal nos trópicos e os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, ou agrossilvipastoris, embora concebidos inicialmente para a recuperação de solos e pastagens degradados, têm se destacado também por melhorarem as condições microclimáticas circunstantes. Carvalho et al. (2011) relataram melhores condições climáticas (menores temperaturas e maior umidade relativa do ar), em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) com eucalipto e nelore, no Centro-Oeste brasileiro, quando comparados a sistemas de produção sem árvores (integração lavoura-pecuária).

Neste caso, pode-se dizer que o fornecimento de sombra natural é uma das práticas mais eficientes e econômicas para se reduzir os efeitos indesejáveis do clima sobre os animais, uma vez que as árvores diminuem a carga de calor associada, principalmente, à radiação solar (Figura 2). Assim, quando ofertada em quantidade adequada, a sombra natural é preferida àquela dos abrigos artificiais. Áreas de sombra entre 6 e 10 m² por animal são as mais adequadas nas regiões dos trópicos, pois são capazes de garantir 0,5 m de distância entre animais e evitar a superlotação e alta proximidade entre os animais e eventual formação de barro no período chuvoso (Alves et al., 2015).



Figura 2. Sistema Silvipastoril com Eucalipto e Ovinos na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS, Brasil. Foto: Alex M. Melotto.

Como já mencionado, em sistemas extensivos sem oferta de sombra, o calor excessivo pode ocasionar estresse e desconforto fisiológico, com diminuição do grau de bem-estar dos animais. De fato, o grau de dificuldade que um animal demonstra na sua interação com o ambiente e os mecanismos utilizados (na sua maioria de caráter fisiológico e/ou comportamental) para contornar as inadequações presentes em seu meio, são indicativos do comprometimento de seu bem estar (BROMM, 1996). No caso do Brasil, Porfírio da Silva (2003) ressalta que as áreas de pastagem do Mato Grosso do Sul encontram-se sob condição climática que determina estresse térmico em graus mediano e severo para animais sem proteção, no período de outubro até março, refletindo no desempenho animal.

Os efeitos do estresse térmico na produtividade animal são altamente relacionados com a temperatura corporal, pois, no caso de mamíferos e aves, animais homeotérmicos, a regulação da temperatura interna não é feita por processo homeostático, mas homocinético, i.e., as funções corporais essenciais são mantidas à custa de flutuações de outras funções corporais menos importantes. Assim, a resposta animal a mudanças no ambiente térmico circunstante desencadeia uma série de mecanismos adaptativos que limitam a perturbação na temperatura corporal. No caso de animais de produção, muitos desses mecanismos podem comprometer funções fisiológicas importantes, e nem sempre são suficientes para manter a temperatura dentro de níveis aceitáveis, comprometendo as funções celulares e, portanto, taxa de crescimento, produção de leite, sobrevivência embrionária, desenvolvimento fetal, qualidade espermática, entre outros (BLACKSHAW & BLACKSHAW, 1994).

Apesar de a sombra ser a ausência de radiação solar direta em determinada área, é errôneo pensar na unicidade de suas características quantitativas e qualitativas. Cada espécie vegetal possui determinada eficiência em termos de interceptação solar, relacionada principalmente às características intrínsecas como porte, formato da copa, disposição dos galhos, tipo de folha, dentre outras, (7, 10), sendo que estas características estão diretamente relacionadas com a capacidade que as árvores possuem em interceptar e utilizar a radiação fotossinteticamente ativa disponível (10). Em condições tropicais, a temperatura sob a copa das árvores é cerca de 2 a 3°C menor que sob céu aberto, havendo registro de reduções de até 9°C. Como a sombra reduz a passagem de radiação solar em até 30%, reduz potencialmente o incremento carga calórica por parte do animal (Blackshaw & Blackshaw, 1994; Martin, 2002).

Copas mais densas, globosas, altas e de maior projeção de sombra conferem melhor conforto térmico aos animais de produção, por auxiliar na diminuição da carga de calor associada à radiação solar, principalmente nos meses e horários mais quentes, refletindo em maior bem-estar animal e conforto térmico, com aumento de produtividade inversamente proporcional à tolerância

ao calor dos animais (4, 11, 12). Comparados aos europeus, os bovinos indianos são mais resistentes ao estresse calórico e a outros estressores ambientais, devido à sua menor taxa metabólica basal, maior capacidade de sudorese e características do pelame (BLACKSHAW & BLACKSHAW, 1994). Contudo, sua zona de conforto térmico (ZTC) encontra-se entre 10°C e 27°C, sendo que temperaturas acima desta faixa já provocam ativação dos mecanismos termorreguladores, como aumento do ritmo respiratório e evaporativo. A partir de 35°C, os mecanismos de compensação começam a falhar, acarretando rápido aumento da temperatura retal e declínio na ingestão de alimentos, produção de leite e peso corporal (BRODY, 1956). Em condições extremas, com cargas intermitentes de calor (acima de 40°C), o consumo alimentar de zebuínos decai em mais de 40%, mesmo com disponibilidade de água à vontade (MALOIJ et al., 2008).

Durante épocas de estresse térmico é importante disponibilizar água a vontade e sombra para os animais, procurando também concentrar o manejo destes nas horas mais frescas da manhã (Larson, 2000). Ainda assim, o acesso à água é menos efetivo que o uso da sombra na redução da carga de calor nos bovinos (Blackshaw & Blackshaw, 1994).

Glaser (2008) afirma que a busca por sombreamento seria um dos recursos de defesa mais utilizados por bovinos e ovinos na tentativa de amenizar temperaturas elevadas e alta radiação.

As árvores provêm o melhor tipo de sombra, combinando a proteção da luz solar e o resfriamento pela umidade que evapora das folhas (Blackshaw & Blackshaw, 1994), e ao mesmo tempo podem beneficiar o crescimento e a qualidade das pastagens. Em condições tropicais, a temperatura sob a copa das árvores é cerca de 2 a 3°C menor que sob céu aberto, havendo registro de reduções de até 9°C (Karvatte Junior et al., 2016). Em climas quentes, a procura por sombra é capaz de reduzir a carga de calor radiante em mais de 30% (BLACKSHAW & BLACKSHAW, 1994, Karvatte Junior et al., 2016) (Figura 3).

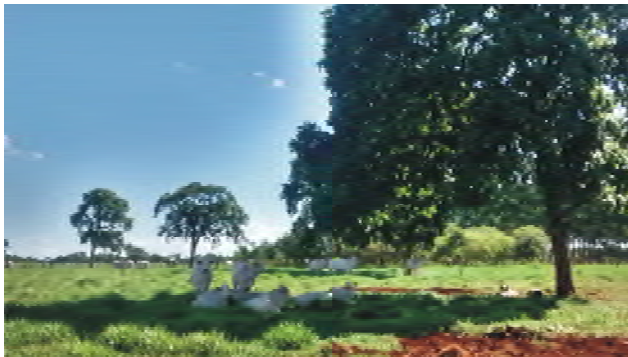


Figura 3. Bovinos de corte sob a sombra de árvore nativa em sistema silvipastoril, em Mato Grosso do Sul. Fonte: Nivaldo Karvatte Junior.

Souza et al. (2010), ao avaliarem novilhas anelradas sob sistema de iLPF com eucalipto, verificaram que os animais permaneceram em média 47% do tempo disponível sob a sombra das árvores. Ferreira (2010), ao mensurar respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos leiteiros mestiços submetidos a diferentes ofertas de sombra, no Centro-Oeste, observou que os animais transcorreram até 57% do tempo de permanência nos piquetes à sombra.

Outros mecanismos termorreguladores, como diminuição das atividades nas horas mais quentes do dia também são acionados em contrapartida a períodos prolongados de calor excessivo (ALBRIGHT, 1993). Ferreira (2010) observou que o tempo de pastejo correlaciona-se negativamente com a temperatura ambiente, e que animais sem acesso à sombra diminuem o tempo de ruminação, tempo em decúbito e consumo de água, corroborando a hipótese de que fatores climáticos afetam o comportamento ingestivo de bovinos, principalmente, quando atuam como agentes estressores.

Mesmo sendo os benefícios da sombra mais aparentes em *Bos taurus* do que em *Bos indicus*, ambos se beneficiam da presença da mesma. Corroborando tal afirmação, Navarini et al. (2009), ao avaliarem o conforto térmico de bovinos nelore mantidos em pastagens, observaram que tais animais são também submetidos a condições de desconforto térmico e o uso de árvores formando pequenos bosques proporciona ambiente térmico mais confortável. Conforme relatam os autores, animais saudáveis provavelmente não desencadeariam nenhum problema de ordem fisiológica, mas o estresse calórico poderia acarretar redução na taxa de ganho de peso. Gaughan et al. (2010), após avaliarem 17 raças puras e cruzadas de bovinos de corte europeus e zebuínos, afirmam que o sombreamento exerce efeito positivo na redução do estresse térmico em ambos, independente das raças zebuínas serem mais tolerantes ao calor. Também Aengwanich et al. (2010), em experimento sobre estresse calórico em animais zebuínos na Tailândia, enfatizam que a sombra, particularmente a natural, é importante e benéfica para animais zebuínos em regiões tropicais. Mesmo animais mais rústicos, como os bubalinos, se beneficiam com a presença de essências florestais, com efetiva redução do estresse térmico e melhor desempenho produtivo (CASTRO, 2005).

O ambiente térmico engloba os efeitos da radiação solar, temperatura (T_{ar}), umidade relativa (UR) do ar e velocidade do vento (V_{ar}), sendo a combinação T_{ar} - UR o principal condicionante para conforto térmico e o funcionamento geral dos processos fisiológicos dos animais (Oliveira, 2006). O estresse leva à perda de peso, reduz a resistência a infecções, reduz o crescimento tanto pela menor produção de hormônios (como o hormônio tireotrófico, que estimula a tireóide e o hormônio do crescimento) como pela redução da ingestão de alimento e inibição geral do trato gastrointestinal (Encarnação, 1997).

As árvores também comportam-se como barreira física, impedindo a formação de geadas, por exemplo. Essa proteção resulta, em termos práticos, em pastagens verdes sob árvores durante o inverno (Porfírio da Silva, 1994). Porfírio da Silva et al. (1998) registraram, nas condições do noroeste paranaense, temperaturas do ar mais elevadas em até 2°C na posição sob as copas de renques arbóreos em noites de inverno, e os valores de temperatura do ar atingiram até 8°C de diferença entre as posições sombreadas e ensolaradas. O pasto pode ter seu crescimento comprometido pelo vento devido a danos físicos causados pela agitação mecânica. Tais movimentos podem produzir fraturas permanentes, murchamento, dessecação, cloroses e necrose da ponta das folhas (queima pelo vento). Porfírio da Silva et al. (1998), comparando pastagens não arborizadas e um sistema silvipastoril com árvores dispostas em renques curvilíneos, registraram que a velocidade média dos ventos no sistema silvipastoril foram menores em 26% e 61%, para um dia de inverno e um dia de verão, respectivamente, aproximando-se dos valores que outros autores consideraram convenientes para a maioria das culturas e para a criação de ruminantes.

Os SSPs podem ser classificados de acordo com o tipo de arranjo e a finalidade. Alguns dos tipos mais utilizados são árvores dispersas nas pastagens, bosquetes nas pastagens, árvores em faixas na pastagem, plantio florestal madeireiro ou frutífero com animais, cerca viva e mourão vivo, banco forrageiro e quebra-vento (Figura 4) (Franke & Furtado, 2001).



Figura 4. Formas de implantação de sistemas silvipastoris. Fonte: Medrado (2000).

A distribuição das árvores pode afetar a qualidade da madeira. Para aumentar o crescimento em diâmetro de árvores selecionadas, a competição entre árvores próximas deve ser reduzida, à medida que as árvores crescem. É difícil saber quantas árvores deixar e onde começar. Os sistemas mais utilizados para a produção de bovinos de corte são:

a) árvores dispersas na pastagem: As árvores podem estar distribuídas de modo aleatório ou em espaçamentos pré-determinados, sendo oriundas do manejo da regeneração natural, onde, ao invés de efetuar-se a derrubada total da vegetação nativa, é feita somente a retirada parcial desta (Figura 4), especialmente o estrato arbustivo e herbáceo, que interceptam quantidades altas de radiação ou podem ser plantadas (Montoya et al., 1994). Esta técnica além de trazer benefícios econômicos, é muito aceita nos critérios ambientais, pois o nível de ação antrópica na área diminui consideravelmente, trazendo menos prejuízo aos componentes naturais do sistema.



Figura 4. Sistema agrossilvipastoril com árvores nativas dispersas, em Mato Grosso do Sul. Fonte: Nivaldo Karvatte Junior.

b) árvores ordenadas em linhas (ou renques): consiste na formação de faixas de árvores, recortando toda a pastagem, preferencialmente em nível (Figuras 5). Pode-se dispor uma única linha, ou podem ser plantadas duas ou mais linhas juntas (linhas múltiplas).

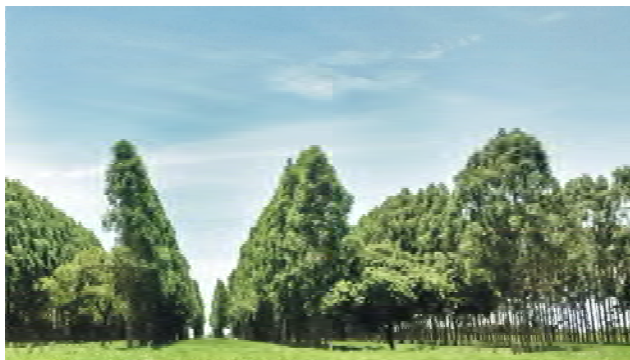


Figura 5. Sistema agrossilvipastoril com arranjo de árvores em linhas simples, em Mato Grosso do Sul. Fonte: Nivaldo Karvatte Junior.

O plantio das árvores em linhas deve facilitar a entrada de implementos agrícolas. As linhas podem ser distanciadas entre si de 10 a 30 m, com espaçamentos adensados na linha de 3 a 6 m. As árvores podem ser podadas e raleadas a medida que se desenvolvem, para maximizar sua produção e para manter o desenvolvimento do pasto (Montoya & Baggio, 2000).

O rebanho tem a tendência de caminhar paralelamente a barreiras, tais como as fileiras de árvores, o que facilita a condução dos animais entre elas. Entretanto, os animais podem ficar relutantes em atravessar entre as linhas de árvores. Uma forma de minimizar tais efeitos é executar desramas periódicas nas árvores quando estas atingirem cerca de 2,5 m de altura, retirando-se os galhos até a altura de aproximadamente 1/3 da planta, diminuindo também os danos que os ovinos podem causar às árvores ao puxar os galhos que estiverem ao alcance da boca.

Notórias também são as melhorias na qualidade das gramíneas em alguns destes sistemas, resultantes do sombreamento e da maior disponibilidade de nutrientes no solo, que associadas ao maior conforto térmico dos animais, sinalizam a possibilidade de aumento no consumo de forragem e no ganho de peso (PACIULLO et al., 2009). Na verdade, os bovinos a pasto respondem a ciclos pré-determinados diários de claro-escuro, pastejando, bebendo, ruminando e descansando sempre nos mesmos horários (CURTIS, 1981). Entretanto, por serem animais homeotérmicos, respondem a alterações no ambiente térmico com modificações não somente fisiológicas ou funcionais, como já descrito, mas também comportamentais, com o objetivo de maximizar a dissipação de calor (MCDOWELL, 1972).

Algumas das gramíneas mais usadas para a formação de pastagens no Brasil, como *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha* e cultivares de *Panicum maximum* são tolerantes ao sombreamento (Carvalho et al., 2001). Sob sombra moderada, o crescimento de gramíneas tolerantes pode ser maior que a pleno sol. Acredita-se que a umidade mais elevada associada a temperaturas mais amenas favoreçam a mineralização do nitrogênio, aumentando sua disponibilidade no solo e contribuindo para um melhor desempenho das pastagens. As gramíneas produzidas em ambientes sombreados mostram geralmente maior teor de proteína bruta, maior teor de nitrogênio não protéico, cutículas mais finas, lâminas mais largas, alongação estimulada e desenvolvimento vascular diminuído. Entretanto, à medida que o nível de sombra aumenta, a concentração de carboidratos solúveis na planta diminui e pode haver um declínio concomitante de conteúdo de parede celular. Dados de pesquisas mostraram que a produção, conteúdo de fibras e de proteína da forrageira podem ser mantidos sob sombra, desde que selecionadas as espécies adequadas (Lin et al., 2001).

A rentabilidade dos SSPs pode ser aumentada se forem utilizadas espécies florestais adequadas à condição ambiental local e que possuam madeira nobre, de alto valor econômico. Estas condições são encontradas em espécies nativas que geralmente possuem crescimento lento quando plantadas a sol pleno, porém fornecem madeira de alta qualidade, geralmente utilizada na movelaria fina, construção naval entre outros fins (Melo, 2006; Almeida et al., 1998). A escolha das espécies arbóreas para compor o sistema pode significar um risco em SSP. Nesse contexto, estariam inclusos problemas associados ao plantio de espécies agronomicamente inadequadas, devido à suscetibilidade futura a doenças e pragas, potencial invasivo, ou ao efeito deletério que poderiam causar à pastagem (e.g., excesso de sombreamento, deposição excessiva de serrapilheira, ou efeito alelopático). Ademais, haveria ainda o risco associado ao plantio de espécies que pudessem se tornar economicamente desinteressantes com o passar do tempo. Isso ocorreria devido mudanças no potencial de comercialização de seus produtos (mudanças na preferência de mercado), ou até mesmo devido a eventuais restrições ambientais para a exploração (i.e., corte) dessas espécies (Dias-Filho, 2007).

Responder a pergunta “quais espécies são adequadas para o uso em sistemas silvipastoris” ainda é muito difícil, considerando as peculiaridades regionais, as modalidades de SSP e a fitogeografia. A carência de pesquisas neste campo é grande, em todas as regiões geográficas do Brasil. Alguns levantamentos foram feitos, obtendo-se resultados preliminares baseados em entrevistas, e que ainda necessitam de comprovação técnica e econômica e de definição clara a respeito da adaptação das espécies para um ou outro modelo de SSP (Daniel et al., 2001). Porém, deve-se sempre buscar espécies adequadas às condições ecológicas do lugar; compatíveis com outros componentes do sistema (por exemplo, evitar árvores que produzam frutos tóxicos aos bovinos); espécies adequadas à prática agroflorestal que se quer implantar (por exemplo, raízes profundas para as espécies de barreiras quebra-vento, leguminosas quando se deseja aumentar a fertilidade do solo, tolerância ao corte para forrageiras); espécies de silvicultura conhecida, entre outros (Montoya, et al., 2000).

Por último, e não menos importante, cabe ressaltar os benefícios em relação ao sequestro de carbono que as diversas variações de sistemas de integração com inclusão do componente florestal propiciam, ampliando as possibilidades de uso desses sistemas em cenários de mudanças climáticas. Sistemas pastoris com 250 a 350 árvores de eucalipto/ha, para corte aos oito a doze anos de idade, são capazes de produzir 25 m³/ha/ano de madeira (Ofugi et al., 2008), o que corresponde a um sequestro anual de cerca de 5 t/ha de C ou 18 t/ha de CO₂eq. Este valor equivaleria à neutralização da emissão de GEEs de cerca de 12 bovinos adultos/ha/ano. Considerando que a taxa de lotação

média das pastagens brasileiras é de 1,2 animal/ha, fica evidente a relevância desses sistemas na remoção de GEEs da atmosfera.

O governo brasileiro instituiu, em 2009, o Plano ABC, com o intuito de promover a mitigação da emissão dos GEEs na agricultura e, com isso, melhorar a eficiência no uso de recursos naturais, aumentar a resiliência de sistemas produtivos e de comunidades rurais, e possibilitar a adaptação do setor agropecuário às mudanças climáticas. Em 2015, a Embrapa desenvolveu a marca-conceito Carne Carbono Neutro (CCN), com base em estudos científicos que demonstram que é possível a produção de carne com a neutralização da emissão de metano dos animais em pastejo pelo sequestro de carbono do componente florestal em sistemas do tipo silvipastoreio ou agrossilvipastoreio (Alves et al, 2015). O principal objetivo do selo Carne Carbono Neutro, é atestar que os bovinos que deram origem à carne tiveram suas emissões de metano entérico compensadas durante o processo de produção pelo crescimento das árvores no sistema. Além disso, garantir, pela presença de sombra, que os animais estavam em ambiente termicamente confortável, com alto grau de bem-estar. A partir desta marca-conceito, o Governo deste Estado iniciou o processo para se tornar o primeiro estado carbono neutro do Brasil (Romeiro et al., 2016) e irá implantar políticas públicas para promover a marca-conceito CCN em seu território. Esta iniciativa tende a ampliar o escopo desta marca-conceito para outros estados, outras cadeias associadas como a cadeia produtiva da madeira serrada e, também, para os outros elos da cadeia produtiva da carne bovina, que vão além do sistema de produção. Entende-se que esta marca-conceito possa estar associada a um processo de certificação, como um modelo de negócio dentre outros possíveis, mas que isto depende da acomodação e entendimento dos demais elos da cadeia produtiva da carne e de sua relação com o consumidor final. As perspectivas para o mercado interno são positivas, porém, a demanda do mercado externo é maior e mais consolidada.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando bem planejados, sistemas em integração, com presença do componente arbóreo (agrossilvipastoreio e silvipastoreio), constituem alternativas viáveis do ponto de vista técnico, ambiental e socioeconômico aos modelos tradicionais de produção pecuária, com melhoria da capacidade produtiva da terra, otimização da utilização dos recursos naturais disponíveis e maior produção por unidade de área.

Além disso, são considerados termicamente confortáveis e, sob manejo adequado, promovem melhorias diretas e/ou indiretas de ordem zootécnica e ambiental, resultantes do melhor bem-estar animal e conforto térmico proporcionado.

4. BIBLIOGRAFIA

- Abel, N. et al. Design Principles for Farm Forestry: A guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantations on farms. RIRDC/LWRRRDC/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program, 1997.
- Almeida, S. P. et al. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa – CPAC, 1998, 464 p.
- Alves, F. V. O componente animal em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). *Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta : a produção sustentável*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 143-154. Capítulo 10.
- Alves, F. V.; Almeida, R. G. de; Laura, V. A. *Carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos* Brasília, DF: Embrapa Gado de Corte, 2015. 32 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 210).
- Alves, F. V.; Laura, V. A.; Almeida, R. G. de (Ed.). *Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 208 p.
- Alves, F. V.; Nicodemo, M. L. F.; Porfirio-da-Silva, V. Bem-estar Animal em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). *Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p 273-289 (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- Barbosa, O. R. et al. Zoneamento Bioclimático da Ovinocultura no Estado do Paraná. *Rev. bras. zootec.*, v.30, n.2, p.454-460, 2001.
- Balandier, P.; Dupraz, C. Growth of widely spaced trees. A case study from young agroforestry plantations in France. *Agroforestry Systems*, v.43, p.151-167, 1999.
- Benavides, J. Utilización de la Morera en sistemas de Producción Animal. FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH PAPER 102. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Bnvdes12.PDF>
- Blackshaw, J. K.; Blackshaw, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.34, p.285-295, 1994.
- Carvalho, M. M. Arborização de pastagens cultivadas. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; 1998. (Documentos, 64).
- Carvalho, M. M.; Alvim, M. J.; Carneiro, J. d. C. Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite: FAO, 2001, 413p.
- Daniel, O.; Passos, C. A. M.; Couto, L. Sistemas agroflorestais (silvipastoris e agrossilvipastoris) na região centro-oeste do Brasil: potencialidades, estado atual da pesquisa e da adoção de tecnologia. In: Carvalho, M. M.; Alvim,

- M. J.; Carneiro, J. C. (Ed.). Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para as áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite: FAO, 2001, p.153-164.
- Dias-Filho, M. B.; Ferreira, J. N. Barreiras para a adoção de sistemas silvipastoris. In: Evangelista, A. R.; Tavares, V. B.; Medeiros, L. T.; Valeriano, A. R. (Eds.) SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: temas em evidência – relação custo benefício, 6. Lavras, Anais... Lavras: NEFOR: UFLA, 2007. p.347-365.
- Encarnação, E. Estresse e produção animal. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; 1997 (Documentos, 34. 3ª. reimpr.).
- Fire Retardant Plants. Zanthorrea Nursery. Disponível em: <http://www.zanthorrea.com>. Acesso em: 08/11/2004.
- Franco, A. A.; Resende, A. S.; Campello, E. F. C. Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais. In. Seminário Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável, Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2003.
- Franke, I. L.; Furtado, S. C. Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade. Rio Branco: Embrapa Acre; 2001, 51p. (Documentos, 74).
- Furtado, G. D.; Araújo Filho, U. L. Influência da temperatura na reprodução animal (breve revisão literária). SENAR, Natal, RN.
- Garcia, R.; Couto, L. Silvipastoral systems: emergent technology of sustainability. In: Gomide, J. A. (Ed.) Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo, Viçosa. Viçosa: Depto. Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- Garcia, R.; Couto, L.; Andrade, C. M. S.; Tsukamoto Filho, A. A. Sistemas silvipastoris na região sudeste: a experiência da CMM. In. Seminário Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável, Campo Grande. Campo Grande: Embrapa, 2003.
- Holguín, V. A.; Ibrahim, M. Bancos forrageros. Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Turrialba: CATIE, 2004. 22p.
- Larson, B. L. Heat stress in cattle. Beef Cattle Topics - Production, Management, Research and Extension. Disponível em: <http://www.outreach.missouri.edu/cass/old-pages/bctmayjune2000.htm>. Acesso em 01/03/2004.
- Lin, C. H.; McGraw, R. L.; George, M. F.; Garrett, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. *Agroforestry Systems*, v.53, n.3, p.269-281, 2001.
- Magalhães, J.A. et al. Tolerância de bovídeos à temperatura e umidade do Trópico Úmido. *Rev. Científ. de Prod. Animal*, v.2, n.2, p.162-167. 2000.
- Marlats, R. M.; Denegri, G.; Ansin, O. E.; Lafranco, J. W. Sistemas silvopastoriles: estimación de beneficios directos comparados com monoculturas en la Pampa

- Ondulada, Argentina. *Agroforesteria en las Americas*, v.2, n.8, p.20-25. 1995.
- Martin, G. O. Mantenga la sombra en sus potreros y reduzca el estrés animal. *Revista Producción*, 2002.
- McDowell, R. E. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. España, Acribia, 1974.
- Medrado, M. J. S. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: Galvão, A. P. M. (Ed.) Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Colombo: Embrapa Florestas, 2000.
- Melo R. R.; Paes, J. B. Resistência natural de quatro madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. *Caatinga*, v.19, n.2, p.169-175, abril/junho 2006.
- Montoya, L. J.; Medrado, M. J. S.; Maschio, L. M. de A. Aspectos de arborização de pastagens e viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril. In. Seminário sobre sistemas agroflorestais na região sul do Brasil, 1., Colombo. Colombo: Embrapa Florestas, 1994, p.157-172.
- Montoya L. J.; L. J.; Baggio, A. J.; Soares, A. d. O. Guia prático sobre arborização de pastagens. Colombo: Embrapa Florestas; 2000: 15p.
- Oliveira, L. M. F. et al. Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. *Eng. Agríc.*, v.26, n.3, p.823-831, set/dez. 2006.
- Porfírio da Silva, V. Sistema Silvipastoril (Grevílea + Pastagem: uma proposição para o aumento produção no arenito Caiuá. In. Congresso brasileiro sobre sistemas Agroflorestais, 1, Porto Velho. Colombo-PR: EMBRAPA Florestas, 1994. v.2, p.291-297.
- Porfírio da Silva, V.; Vieira, A. R. R.; Caramori, P. H.; Baggio, A. J. Sombras e ventos em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná. In. Congresso brasileiro em Sistemas Agroflorestais, 2, Belém. Belém: Embrapa/CPATU, 1998, Volume de Resumos.
- Rodigheri, H. R. Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo. Colombo: EMBRAPA Florestas, 1997, 36p. (Circular Técnica, 26).
- Schaitza, E.; Hoeflich, V. A.; Rodigheri, H.; Ferron, R. A. A utilização de serrarias portáteis em florestas de pinus e eucaliptos em pequenas propriedades rurais: a experiência da Embrapa/Cotrel. Colombo: Embrapa Florestas: 2000 (Embrapa Florestas, Circular Técnica, 35).

**CULTURA
ACADÊMICA** 
Editora