

Capítulo 2

Sistemas silvipastoris

Conceitos, benefícios e métodos de implantação

Tadário Kamel de Oliveira
Carlos Mauricio Soares de Andrade
Ana Karina Dias Salman



Nas últimas três décadas, o conceito de sustentabilidade popularizou-se em todos os campos da atividade humana no planeta. Na agricultura, os conceitos mais aceitos convergem para o apresentado por Tilman et al. (2002, p. 671):

práticas agrícolas sustentáveis são aquelas que atendem as necessidades atuais e futuras da sociedade por alimentos e fibras, por serviços ambientais e por uma vida saudável, e que atingem esses objetivos maximizando o benefício líquido para a sociedade, quando todos os custos e benefícios das práticas são considerados.

O desenvolvimento e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis é o único caminho para a sociedade conseguir superar, nas próximas décadas, o desafio de erradicar a fome e alimentar uma população crescente, com nível de renda e de consumo de alimentos também crescentes, ao mesmo tempo em que necessita reduzir as emissões de gases de efeito estufa, diminuir a contaminação do solo e dos recursos hídricos, mantendo a biodiversidade e os serviços ambientais dos ecossistemas agrícolas e naturais (GODFRAY et al., 2010; TILMAN et al., 2002, 2011).

A integração de atividades agrícolas, pecuárias e florestais em propriedades rurais já foi muito frequente no passado. Entretanto, a partir da segunda metade do século 20, o aumento da demanda por alimentos e a evolução tecnológica no campo tornaram essas atividades cada vez mais especializadas, simplificadas e padronizadas, na busca por ganhos crescentes de produtividade e de rentabilidade. Porém, esse modelo de produção agropecuária tem se mostrado cada vez menos interessante, devido à redução das margens de lucro, aumento dos custos da energia e dos insumos, aumento dos problemas com pragas e doenças, diminuição da matéria orgânica do solo, além de outros problemas agrônômicos, econômicos e ambientais. Por isso, nos últimos anos, tem havido uma renovação do interesse e crescimento da adoção de sistemas de produção que buscam integrar as atividades agrícolas, pecuárias e florestais, seja numa mesma propriedade rural ou em diferentes propriedades de uma região, com objetivo de aumentar a eficiência do uso

de energia, de nutrientes, de mão de obra e da terra (BALBINO et al., 2011; ENTZ et al., 2005; RUSSELLE et al., 2007).

A viabilidade econômica dos sistemas de integração tem sido amplamente demonstrada, e se fundamenta em alguns princípios básicos: otimização dos recursos de produção imobilizados na propriedade rural, como terra e maquinários; sinergia entre as atividades de produção vegetal e animal; diversificação de receitas, mediante a produção e a venda de grãos, carne, leite, biocombustível, fibras e madeira; redução do custo total do sistema agropecuário em decorrência, sobretudo, do melhor uso da infraestrutura de produção e da menor demanda por insumos agrícolas, com redução dos custos decorrentes da utilização dos resíduos agrícolas na alimentação animal e da oferta de pastagens de melhor qualidade; aumento da receita líquida (lucro do sistema) devido à maior diversidade de produtos comercializados e à redução do custo total; maior estabilidade temporal da receita líquida diante das externalidades; e dinamização de vários setores da economia, principalmente a regional (BARCELLOS et al., 2011).

Os sistemas de integração podem ser classificados em quatro modalidades distintas (BARCELLOS et al., 2011):

- a) Sistema agropastoril ou integração lavoura-pecuária (iLP), que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos. Exemplo: reforma de pastagem com plantio simultâneo de capins e milho.
- b) Sistema silviagrícola ou integração lavoura-floresta (iLF), que integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes). Exemplo: plantio de café consorciado com árvores para sombreamento.
- c) Sistema silvipastoril ou integração pecuária-floresta, que integra os componentes pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio. Exemplo: pastagens arborizadas.
- d) Sistema agrossilvipastoril ou integração lavoura-pecuária-floresta, que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, sendo que o componente agrícola pode ser utilizado na fase inicial de implantação do componente florestal ou em ciclos durante o desenvolvimento do sistema.

Os sistemas de integração, por definição, são sistemas agroflorestais (DUBOIS et al., 1996; MONTAGNINI, 1992; NAIR, 1989), à exceção da integração lavoura-pecuária, em que não ocorre a presença de árvores. Neste capítulo, será feita uma abordagem conceitual dos sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris, procurando-se enfatizar os principais benefícios (produtos e serviços) desses sistemas e as técnicas que podem ser utilizadas na sua implantação.

Conceitos

Os sistemas silvipastoris (SSPs) consistem em sistemas produtivos que integram árvores e pastagens destinadas à criação de animais na mesma área, visando conferir maior sustentabilidade ao sistema, por meio das interações ecológicas e econômicas positivas entre seus componentes.

Trata-se da introdução da atividade pecuária em povoamentos florestais ou da implantação, condução e manutenção de árvores na atividade pecuária. É uma alternativa para conciliar a produção de animais, madeira, frutos e outros bens e serviços na mesma área. As árvores, preferencialmente as leguminosas fixadoras de nitrogênio, podem aumentar a fertilidade do solo e tornar a pastagem mais produtiva e de melhor qualidade.

Os sistemas silvipastoris, podem ser classificados em temporários ou permanentes, conforme a duração da integração dos componentes ao longo da exploração da área (VEIGA; SERRÃO, 1990; VEIGA et al., 2000).

Sistemas silvipastoris temporários

Sistemas silvipastoris temporários são aqueles em que ocorre um pastoreio eventual das forrageiras no sub-bosque de povoamentos florestais. Nesse caso, ocorre o aproveitamento da forragem pelos animais e o controle da competição, favorecendo o crescimento das árvores.

O objetivo do pastoreio em plantações florestais é controlar as plantas daninhas, diminuindo dessa forma o custo de manutenção do povoamento florestal (VEIGA et al., 2000; YARED et al., 1998). Deve-se iniciar a associação quando as árvores tiverem desenvolvimento suficiente para não serem danificadas pelos animais (FRANKE; FURTADO, 2001). O tempo de permanência dos animais na área varia de acordo com a disponibilidade de forragem existente e com a carga animal.

O tempo de duração de um SSP temporário depende da quantidade de luz incidente no sub-bosque e da ocorrência de plantas forrageiras. O espaçamento da espécie arbórea e a densidade da copa são fatores determinantes. Nos plantios arbóreos mais densos, especiais para produção de madeira com menores dimensões (em geral para celulose ou lenha), a duração desses sistemas é menor. Entretanto, povoamentos florestais submetidos a desbastes podem tornar-se potenciais sistemas silvipastoris temporários, pois com espaço e luz disponíveis, permitem o estabelecimento de um extrato herbáceo forrageiro.

Nesses sistemas, os componentes pastagem e animal são secundários, manejados para que não haja prejuízos para o componente florestal, de maior interesse.

Sistemas silvipastoris permanentes

São aqueles planejados para que haja coexistência e interações permanentes e positivas do componente arbóreo, pastagem e animais na mesma área. Nesses sistemas, a densidade do componente arbóreo é planejada de modo a evitar o excesso de sombreamento do pasto e a redução da produtividade animal na área. De acordo com a origem e o arranjo do componente arbóreo, esses sistemas ainda podem ser subdivididos em:

- *Sistemas silvipastoris de regeneração natural*

Essa modalidade de sistema silvipastoril resulta da condução da regeneração natural das espécies arbóreas em pastagens já estabelecidas. Veiga et al. (2000) mencionam esses sistemas silvipastoris como aqueles com componente arbóreo não plantado, citando alguns exemplos típicos do bioma Amazônia, tais como as associações de babaçu (*Attalea speciosa*) com gramíneas, no Maranhão; de bacuris (*Platonia insignis*) com pastagens nativas e cultivadas, na ilha do Marajó, no Pará; e de castanheiras (*Bertholletia excelsa*) remanescentes da floresta, em toda a região amazônica.

Nesse tipo de sistema silvipastoril, geralmente as árvores encontram-se isoladas e dispersas na área da pastagem (Figura 1), e sua função principal é o fornecimento de serviços múltiplos para o desenvolvimento da atividade pecuária (FRANKE; FURTADO, 2001; VILCAHUAMAN et al., 1994). Quando uma pastagem arborizada constitui um sistema silvipastoril de regeneração natural, geralmente o componente arbóreo tem função exclusiva de promover sombra e/ou alimentação para os animais. Adicionados vêm outros benefícios, como enriquecimento do solo e melhoria do valor nutritivo do pasto (LUZ, 2011). Essa modalidade também é chamada de pastagem arborizada com árvores dispersas (*scattered trees in pastures* – STP). Conforme proposto no Capítulo 1, para ser considerada um sistema silvipastoril, uma pastagem arborizada deve possuir, pelo menos, 10% de cobertura arbórea, proporcionada por espécies de árvores de comprovado efeito positivo no sistema.

- *Sistemas silvipastoris com plantio de árvores*

Nessa modalidade de SSP permanente, as árvores podem ser plantadas diretamente em pastagens já estabelecidas ou simultaneamente com o plantio das forrageiras ou de cultivos agrícolas. Nesse último caso (sistemas agrossilvipastoris), as forrageiras são plantadas definitivamente no sistema após um período de um a quatro anos de lavouras intercalares, quando as árvores já atingiram porte suficiente para não serem danificadas pelos animais em pastejo (Figura 2), evitando os custos com proteção das mudas.



Fotos: Tádario Kamel de Oliveira

Figura 1. Pastagens arborizadas ao longo da BR-317 (Capixaba, AC) (a) e em áreas de relevo ondulado nos municípios de Tarauacá (b) e Xapuri (c), AC.



Fotos: Carlos Maurício Soares de Andrade

Figura 2. Sistema agrossilvipastoril com eucalipto plantado em linhas quádruplas, com as forrageiras estabelecidas em plantio simultâneo com o milho no ano seguinte ao plantio das árvores (a) e animais em pastejo no terceiro ano (b), em Cachoeira Dourada, GO.

O componente arbóreo nesses sistemas pode ter a finalidade de produção de madeira, sombra, forragem ou frutos, além de desempenhar a função de proteção do solo e ciclagem de nutrientes. Esses sistemas não apresentam grandes perspectivas de produção de madeira para celulose e lenha em grande escala, devido à baixa densidade de árvores por hectare (YARED et al., 1998). No entanto, o aumento da área útil por árvore propicia maiores volumes individuais (OLIVEIRA et al., 2009), e a produção de madeira com árvores de maior diâmetro pode ser uma vantagem, com finalidades economicamente mais atrativas, haja vista as dimensões do fuste e da árvore.

Benefícios dos sistemas silvipastoris (produtos e serviços)

Os sistemas silvipastoris possuem vantagens potenciais em relação aos convencionais, desde que implantados e manejados corretamente. Seus benefícios advêm das interações positivas que se estabelecem entre os componentes, conforme será discutido a seguir.

Conforto térmico e produtividade animal

O primeiro aspecto benéfico da presença de árvores nas pastagens é o conforto térmico para os animais (CASTRO et al., 2008; EPIFÂNIO; SANTOS, 2006; LEME et al., 2005; SANTOS et al., 2004). O abrigo fornecido contra a ação direta do sol é observado especialmente nas horas mais quentes do dia, quando fica nítida a presença dos animais sob a copa das árvores existentes na pastagem, em busca de sombra. Em regiões frias, os animais também se beneficiam da proteção das árvores contra geadas e ventos.

O maior conforto térmico implica na manutenção ou aumento da produtividade, tanto relacionado ao ganho de peso diário (OLIVARES; CARO, 1998) quanto à produção de leite (BETANCOURT et al., 2003).

As condições climáticas da Região Amazônica, por exemplo, com temperatura e umidade elevadas, causam forte estresse térmico nos bovinos (Figura 3),

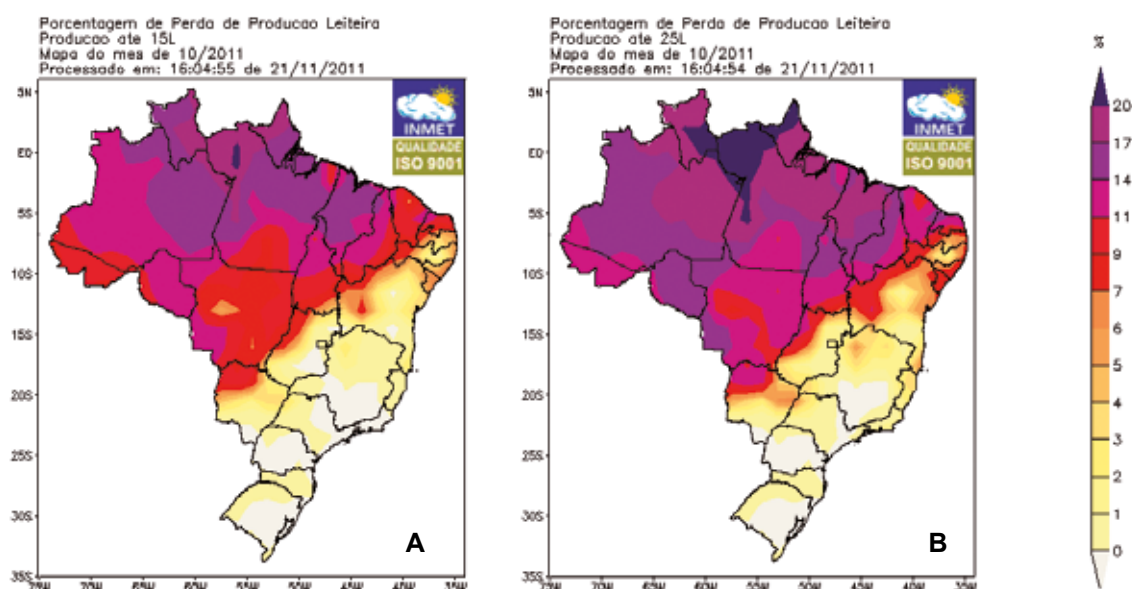


Figura 3. Potencial de perda na produção leiteira de vacas com produção de 15 L dia⁻¹ (a) ou 25 L dia⁻¹ (b), em função do estresse térmico causado pelas condições de temperatura e umidade no Brasil.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2012).

especialmente naqueles com maior grau de sangue europeu (raças taurinas). O sombreamento proporcionado pelas árvores pode amenizar esse estresse, elevando o desempenho produtivo e reprodutivo dos rebanhos. O estresse pelo calor afeta a fertilidade do rebanho, reduzindo a taxa de parição e peso ao nascer dos bezerros (DALY, 1984 citado por CARVALHO, 1998).

Enriquecimento do solo

O enriquecimento do solo sob a copa das árvores decorre de vários fatores, com destaque para a fixação biológica de nitrogênio, a reciclagem de nutrientes e a deposição de excrementos de animais e pássaros (NAIR et al., 1999). As árvores possuem raízes profundas, que conseguem capturar água e nutrientes em camadas inferiores do solo onde as plantas forrageiras geralmente não alcançam. Com a queda de folhas, galhos e frutos, e a reciclagem do sistema radicular, parte desses nutrientes é depositada no solo, aumentando sua fertilidade.

A maioria das árvores pertencentes à família das leguminosas é capaz de fixar o nitrogênio do ar em associação com bactérias, o qual posteriormente é liberado no solo pela decomposição de folhas, ramos e galhos. Esse é um importante processo biológico em sistemas silvipastoris (MARTINS et al., 2004), já que a deficiência de nitrogênio no solo é um dos fatores que mais afetam a produtividade das pastagens em regiões tropicais, causando sua degradação (BODDEY et al., 2004).

Na Região Amazônica, existe um grande número de leguminosas arbóreas que ocorrem espontaneamente nas pastagens. Alguns exemplos são a baginha (*Stryphnodendron pulcherrimum*), o bordão-de-velho (*Samanea tubulosa*) e algumas espécies de ingá (*Inga* spp.). A fertilidade do solo debaixo da copa de árvores de baginha superou a do solo adjacente às árvores, principalmente em sua camada superficial (0 cm a 20 cm), apresentando teores mais elevados de matéria orgânica, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis e de cálcio trocável, maior soma de bases trocáveis e capacidade de troca de cátions (ANDRADE et al., 2002). Oliveira e Luz (2011) também verificaram que o bordão-de-velho melhora a fertilidade do solo, com aumento nos teores de fósforo e cálcio na camada de 0 cm a 20 cm (Figura 4), soma e saturação por bases em relação à área a pleno sol.

Como resultado do enriquecimento do solo pelas árvores fixadoras de nitrogênio, observa-se geralmente um crescimento vigoroso do pasto sob a copa das árvores, quando o nível de sombreamento não é excessivo (Figura 5). Em estudo conduzido em pastagem arborizada com o bordão-de-velho, durante a transição do período seco para o chuvoso, verificou-se que a taxa de acúmulo de matéria seca da *Brachiaria brizantha* sob a copa das árvores foi de 79,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹. Já na área adjacente a pleno sol, em distâncias de duas e três vezes o raio da copa das árvores, o crescimento do pasto foi menor, com taxas de acúmulo de 60,0 e 47,0 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente (LUZ; OLIVEIRA, 2011).

Foto: Tádario Kamel de Oliveira

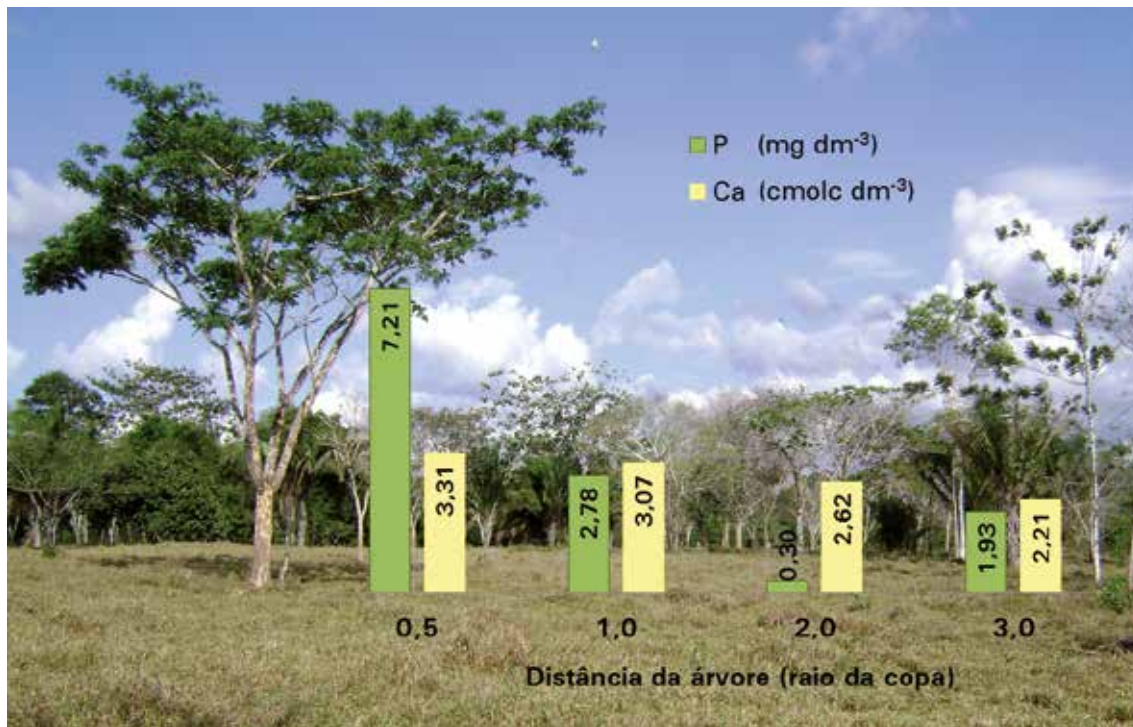


Figura 4. Teores de Ca e P no solo (0 cm a 20 cm), na época seca, em função da distância das árvores de bordão-de-velho (*Samanea tubulosa*). Para o P, somente árvores com área de copa superior a 100 m².

Fonte: Oliveira e Luz (2011).

Foto: Carlos Mauricio Soares de Andrade



Figura 5. Crescimento vigoroso da braquiária sob a copa de uma árvore de baginha (*Stryphnodendron pulcherrimum*) em comparação com a área adjacente da pastagem, onde o capim encontra-se amarelado.

Melhoria do valor nutritivo do pasto

Esse benefício dos sistemas silvipastoris é mencionado por diversos autores na literatura (ANDRADE et al., 2002; CARVALHO et al., 1997; PEZO; IBRAHIM, 1998). O pasto crescendo debaixo da copa de árvores, principalmente de leguminosas arbóreas, normalmente apresenta coloração verde-escura, decorrente de teores de clorofila e de nitrogênio maiores do que aqueles da área não sombreada da pastagem (Figura 5). Em parte, isso reflete o enriquecimento do solo proporcionado pelas árvores. Em estudo feito com 37 espécies arbóreas no Acre, o aumento médio do teor de clorofila (índice SPAD) no pasto crescendo sob a copa das árvores em relação ao ambiente a pleno sol foi de 24,4% sob as leguminosas fixadoras de N e de 15,0% sob as demais espécies arbóreas (PARMEJANI et al., 2010).

Da mesma forma, plantas de braquiária crescendo sob a copa da baginha, apresentaram maiores teores de proteína bruta (PB), N e K, e menores teores de Ca nas lâminas foliares do que na braquiária a pleno sol. O teor de PB da forragem à sombra foi 50% maior que a pleno sol (Tabela 1) (ANDRADE et al., 2002). Efeito semelhante foi observado para outra leguminosa arbórea (bordão-de-velho), que também elevou a percentagem de proteína bruta na forragem de *Brachiaria brizantha* em sistema silvipastoril, com valores de 11,45% de PB à sombra para 8,5% a pleno sol (Tabela 1).

Tabela 1. Teores de proteína bruta e minerais na forragem de *Brachiaria brizantha* à sombra de duas leguminosas arbóreas nativas da Amazônia e a pleno sol.

Teores na forragem	Baginha (<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>)		Bordão-de-velho (<i>Samanea tubulosa</i>)	
	Sombra	Pleno sol	Sombra	Pleno sol
Proteína bruta (g 100 g ⁻¹)	10,83	7,20	11,45	8,5
Fósforo (g kg ⁻¹)	1,44	1,44	1,51	1,71
Potássio (g kg ⁻¹)	33,35	27,71	28,72	24,41
Cálcio (g kg ⁻¹)	2,07	2,59	2,96	2,95
Magnésio (g kg ⁻¹)	3,02	3,08	2,39	2,31

Fonte: adaptado de Andrade et al. (2002) e Luz (2011).

Suplementação natural

Uma das leguminosas arbóreas mais estudadas no Brasil como fonte de nutrientes para ruminantes é a algaroba (*Prosopis juliflora*), notadamente no Nordeste brasileiro, norte de Minas Gerais e sul da Bahia. Os frutos maduros, ao cair das árvores, são consumidos pelos animais diretamente no pasto e/ou colhidos e armazenados. As vagens apresentam elevado valor alimentício, com alta digestibilidade e excelente palatabilidade para bovinos, caprinos, ovinos, equinos, asininos,

suínos, aves e outros animais, podendo substituir o milho, o melaço e o farelo de trigo em suas rações (MENDES, 1989).

Na Amazônia, muitas espécies arbóreas, notadamente as leguminosas, produzem grande quantidade de frutos, coincidentemente no pico do período seco (julho a setembro), quando normalmente há falta de pasto nas fazendas. As vagens produzidas pela baginha, bordão-de-velho, jurema (*Chloroleucon mangense* var. *mathewsi*) e por outras árvores da Região Amazônica, são muito apreciadas pelos bovinos e ovinos (Figura 6), representando um recurso forrageiro adicional na pastagem (suplementação natural), com elevado teor de proteína bruta. Em análises conduzidas no Laboratório de Bromatologia, da Embrapa Acre, verificou-se teor de proteína bruta de 25,0% nas vagens de bordão-de-velho e de 22,7% nas de jurema, espécies de ocorrência natural em pastagens no Acre.



Fotos: Carlos Maurício Soares de Andrade

Figura 6. Bovinos e ovinos se alimentando dos frutos dispersados sob a copa de uma árvore de baginha (*Stryphnodendron pulcherrimum*).

Para a espécie *Samanea saman*, existem relatos na literatura de produção anual de 100 kg a 272 kg de frutos por árvore, embora, para a maioria das espécies arbóreas, a produção de frutos seja muito variável, tanto entre árvores quanto entre anos (DURR, 2001).

Outra espécie de interesse em regiões de bosques tropicais da Colômbia é a *Gmelina arborea*, conforme constataram Vergara e Botero (2009). A espécie foi estabelecida, em muitas propriedades, nas cercas, para produzir madeira ou simplesmente com fins paisagísticos. Essa árvore produz grande quantidade de sementes, consumidas pelos animais, e, devido à alta percentagem de germinação, dispersa-se com facilidade nos pastos. Apresenta alta palatabilidade da forragem, de tal forma que quando os animais ingressam em uma área da pastagem isolada, ramoneiam primeiro a *Gmelina* e depois consomem o pasto.

Controle da erosão do solo

A copa das árvores também tem efeito amortecedor dos impactos diretos das gotas de chuva sobre o solo, sendo, portanto, um importante elemento no controle da erosão em áreas de pastagem, especialmente as mais declivosas (PEZO; IBRAHIM, 1998).

O componente arbóreo reduz a velocidade dos ventos e o sistema radicular contribui para a sua sustentação, minimizando deslizamentos de terra em áreas declivosas. Assim, evidencia-se o potencial que as árvores possuem para contribuir no controle da erosão em áreas de pastagens, aspecto de grande relevância especialmente quando se busca a sustentabilidade da produção animal a pasto em regiões com relevo mais ondulado (CASTRO et al., 2008).

Para aumentar o controle da erosão do solo, recomenda-se que o plantio das árvores seja feito em nível e, quando possível, em terraços, construídos para reduzir a velocidade da água (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

Uso de árvores como cercas vivas

O uso de cercas vivas constitui uma prática agroflorestal bastante difundida em países da América Central (IBRAHIM et al., 2007), onde fazem parte da paisagem natural, apresentando inúmeras vantagens. Na Amazônia, sua utilização ainda é bastante restrita a agricultores que trabalham com práticas agroflorestais e/ou agroecológicas.

A adoção de cercas vivas pela maioria dos produtores rurais pode diminuir a pressão sobre a floresta nativa; exercer melhorias sobre o microclima, como sombreamento, quebra-vento; contribuir para uma maior disponibilidade de forragem na época seca; fornecer abrigo e alimento para pássaros e outros animais silvestres, contribuindo para o controle de determinadas pragas; além de apresentar menor custo de implantação e manutenção, visto que cercas convencionais são renovadas, em média, a cada cinco anos (DUBOIS et al., 1996).

Trabalhos de pesquisa relatam o uso de estacas de *Erythrina verna* para implantação de cercas vivas no Acre (LUDEWIGS et al., 1998). Ainda segundo Dubois et al. (1996), além de estacas, pode-se utilizar mudas para cercas vivas, plantando-as ao lado do mourão morto para fins de proteção, até que as plantas alcancem dimensões que assegurem sua resistência.

No caso do plantio de árvores ao longo de cercas (mourões vivos), Dias-Filho (2006) cita o plantio, por estacas, de espécies com facilidade de rebrota e com folhas que possam ser consumidas pelo gado (Figura 7). Inicialmente, métodos de proteção devem ser adotados nesse caso.



Figura 7. Cerca viva de *Gliricidia sepium*, em Cobija, Bolívia.

Outras formas de plantio, como a introdução de mudas de espécies arbóreas de eucalipto e mogno em cercas vivas, além das vantagens como produção de madeira e sementes (caso do mogno e de outras nativas da Amazônia), implicariam em reduzir a pressão de desmatamento sobre espécies preferenciais para produção de estacas e mourões em cercas convencionais no Acre, como itaúba (*Mezilaurus itauba*), maçaranduba (*Manilkara surinamensis*) e quariquara (*Minquartia guianensis*), atualmente, bastante exploradas na floresta (OLIVEIRA et al., 2007). Esses autores verificaram que o eucalipto apresentou maior média de altura e diâmetro, possivelmente em função da utilização de clones dessa espécie, enquanto que as mudas de mogno foram originadas a partir de sementes e, portanto, com variabilidade genética maior, além da incidência de pragas (70% das árvores), o que pode ter reduzido seu crescimento.

Outra vantagem da utilização de cercas vivas, seria a maior durabilidade e o menor custo de manutenção em relação às cercas convencionais. Espécies adicionais para utilização em cercas vivas seriam a *Gliricidia sepium*, mulungumole (*Erythrina ulei*), sabiá (*Mimosa caesalpineafolia*), cajá (*Spondias mombin.*) (DUBOIS et al., 1996; HARVEY et al., 2005; LUDEWIGS et al., 1998; ZAHAWI, 2005), entre outras.

Aumento da biodiversidade

A diversificação das pastagens, muitas vezes representadas por monocultivos, implica naturalmente o aumento da biodiversidade, com a presença de gramíneas e leguminosas forrageiras, animais e espécies arbóreas, constituindo os sistemas silvipastoris.

Em zonas pecuárias da Colômbia, a riqueza de aves é maior em sistemas silvipastoris do que em pastagens tradicionais e em remanescentes de vegetação natural, chegando a três vezes o número de espécies registradas em pastagens sem árvores. O uso de árvores nas pastagens gera um ambiente propício para as aves, provendo recursos, conectando a paisagem e permitindo o aumento da mobilidade das espécies da floresta até fragmentos ou outros habitats similares (FAJARDO et al., 2009).

Contribuição para a adequação ambiental das propriedades

Dentre as finalidades da recomposição florestal em área de reserva legal, pode-se citar a recuperação da biodiversidade, a regulação do ciclo hidrológico, a conservação do solo, a fixação do carbono no lenho das árvores e a minimização da degradação ambiental, entre outros efeitos benéficos proporcionados pelas florestas.

Os sistemas silvipastoris podem prestar grande parte desses serviços, conferindo uma nova conformação ao manejo da atividade pecuária, com a introdução do componente arbóreo, a divisão de pastagens, o controle de plantas daninhas, podas, desbastes, aliados à exclusão definitiva do uso do fogo e à possibilidade de conservação da biodiversidade com as árvores de regeneração natural ou introduzidas na pastagem, assim como vantagens técnicas, quanto à produção de forragem, das árvores e dos animais (OLIVEIRA, 2009).

Produtos madeireiros e não madeireiros

Os sistemas silvipastoris possibilitam a comercialização de produtos madeireiros e não madeireiros fornecidos direta ou indiretamente pelas árvores.

São uma alternativa de incorporar a produção de madeira ao empreendimento pecuário, reunindo as vantagens econômicas de cada atividade: o rápido retorno econômico da atividade pecuária e as características favoráveis do mercado de produtos florestais madeireiros, incluindo madeira para serraria, laminação, lenha, palanques para cerca, carvão, celulose (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010), além de frutos, sementes, resinas, látex, biocombustíveis, óleos essenciais, mel, etc..

Também têm sido utilizados para produção comercial de frutos em todo o mundo, com destaque para os sistemas com coqueiros (*Cocus nucifera*) na Ásia

(REYNOLDS, 1995). No Brasil, várias árvores frutíferas podem ser utilizadas em sistemas silvipastoris (Figura 8), tais como o cajueiro (*Anacardium occidentale*), a cajazeira (*Spondias mombin*), o jenipapeiro (*Genipa americana*), entre outras. Sistemas silvipastoris com castanheira (*Bertholletia excelsa*) podem ser utilizados tanto para produção de frutos quanto de madeira.

Existem ainda exemplos no Brasil e na Ásia de sistemas silvipastoris com espécies oleaginosas, como o dendezeiro (*Elaeis guineensis*), e com seringueiras (*Hevea brasiliensis*), possibilitando a produção comercial de látex.

Foto: Carlos Maurício Soares de Andrade



Figura 8. Sistema silvipastoril com cajueiros em Rio Branco, AC.

Técnicas de arborização de pastagens

A arborização de pastagens é uma estratégia de implantação de sistemas silvipastoris permanentes, representados pela associação de árvores e pastagens em que se estabelecem benefícios mútuos entre os componentes do sistema. Esse

tipo de arborização consiste na implantação, condução e manutenção de árvores em pastagens, conferindo maior sustentabilidade ao sistema. Tal tecnologia vem sendo utilizada em várias regiões do Brasil como uma alternativa para conciliar a produção simultânea de animais, madeira, frutos e outros bens e serviços na mesma área.

As etapas para arborização de pastagens dependem de vários fatores, mas são definidas principalmente a partir da situação da área a ser convertida e da composição e finalidade dos componentes do sistema pretendido. Os três métodos mais utilizados para implantação de sistemas silvipastoris são: condução da regeneração natural; plantio de mudas em pastagem estabelecida; e implantação de sistema agrossilvipastoril.

Condução da regeneração natural

A condução da regeneração natural de espécies arbóreas em pastagens pode ser adotada como uma estratégia para estabelecimento de sistemas silvipastoris (GARCÍA et al., 2009). Esse é considerado o método mais econômico para se arborizar pastagens, pois não necessita o preparo e o plantio de mudas. Contudo, sua eficiência é dependente da existência de um banco de sementes viáveis no solo, condições favoráveis para germinação e crescimento, ocorrência de competição pelas forrageiras e danos pelos animais, capacidade de rebrota de espécies arbustivo/arbóreas após desfolha, entre outros fatores (CARVALHO et al., 2002).

Para favorecer a regeneração de árvores nativas, as plântulas e indivíduos jovens das espécies desejáveis devem ser mantidos nas pastagens, evitando-se seu corte quando das operações de limpeza, e os danos causados pelo ramoneio ou pelos animais, buscando observar o manejo correto das pastagens e o uso de métodos de proteção (CARVALHO et al., 2002), especialmente para espécies palatáveis para o gado.

O sucesso dessa técnica depende também da escolha das espécies com maior potencial para uso em pastagens arborizadas, as quais devem ser seletivamente manejadas visando o seu rápido desenvolvimento. Além disso, muitos pecuaristas reclamam da dificuldade de identificar corretamente as plantas jovens das espécies potenciais.

A conscientização dos benefícios e reconhecimento das espécies por parte dos produtores afeta diretamente a manutenção e a condução de pastagens arborizadas. Para 67,9% dos pecuaristas da microrregião de Juiz de Fora, MG, que por ocasião da limpeza periódica, preservam árvores/arbustos jovens de ocorrência natural nas pastagens, a necessidade de sombra, visando o conforto térmico dos animais, foi mencionada por 64,3% dos entrevistados; a produção de madeira para uso futuro,

por 33,9% dos produtores; enquanto que os produtores que não preservam árvores alegam temer prejuízos para o desenvolvimento do pasto (CASTRO et al., 2008).

As informações descritas no Capítulo 4 desta obra poderão auxiliar os produtores quanto ao uso dessa técnica, indicando as espécies arbóreas com características mais adequadas para uso, sua capacidade de regeneração natural em pastagens, e com imagens que podem auxiliar na correta identificação das árvores.

Plantio de mudas em pastagens estabelecidas

O plantio em pastagem formada tem algumas limitações quanto ao estabelecimento das mudas das espécies arbóreas introduzidas. Condições de baixa fertilidade dos solos com pastagem e a competição com a gramínea previamente estabelecida, tornam-se obstáculos a serem superados. Práticas como coroamento e adubação em cobertura são recomendáveis nesse caso.

Para preparar as linhas de plantio das árvores, recomenda-se a capina mecânica ou química de uma faixa de 1 m de cada lado da linha de plantio (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010). Após o plantio, a competição das forrageiras com as árvores nos primeiros anos pode ser reduzida por controle químico ou biologicamente, através do pastejo com ovinos (VARELLA; SAIBRO, 1999; VARELLA et al., 2009).

Outra dificuldade para introdução de árvores em pastagens são os danos provocados pelos animais às mudas, quando não existe nenhum método de proteção. Diferentes formas de proteção de mudas têm sido utilizadas, incluindo estacas com espiral de arame farpado, cercas de bambu ou outras madeiras e cercas eletrificadas (CARVALHO et al., 2002; NICODEMO et al., 2004, 2009; PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

Em áreas de pastagens na Amazônia, o plantio próximo aos tocos remanescentes da floresta foi sugerido por Oliveira et al. (2003) como forma de proteção das mudas plantadas em pastos formados e em convivência com os animais, evitando os danos por pisoteio.

Implantação de sistemas agrossilvipastoris

A reforma ou renovação da pastagem degradada, ou em degradação, constitui uma oportunidade para implantar sistemas silvipastoris, com vantagens significativas em relação ao plantio de mudas de espécies arbóreas em pastagens formadas, considerando que não há necessidade de proteção das mudas contra danos causados pelos animais.

Por reduzir a competição proporcionada pela gramínea já estabelecida no pasto formado, diminuir o trabalho de preparo do solo e pelo efeito residual positivo

da adubação da cultura anual, o plantio das árvores no momento da recuperação da pastagem, via integração lavoura–pecuária–floresta, promove maior percentagem de sobrevivência, maior altura de plantas e diâmetro do tronco no primeiro ano após o plantio (LESSA et al., 2006; SILVA et al., 2006).

Quando o gado for reintroduzido na área, as árvores já se encontrarão estabelecidas e com porte suficiente para não serem mais danificadas, evitando a necessidade de proteção das mudas. Devem ser utilizados espaçamentos regulares (linhas simples ou múltiplas), para facilitar as atividades de preparo da área.

Etapas do planejamento para arborização de pastagens

Nos métodos de arborização que empregam o plantio de mudas, algumas etapas de planejamento prévio são necessárias. Para o componente arbóreo, define-se a escolha das espécies, a densidade e o arranjo espacial das árvores. Por fim, o plantio e manejo das mudas e árvores devem ser bem sucedidos para concluir o processo de arborização de pastagens.

Escolha das espécies arbóreas

A definição de espécies adequadas é fundamental para o sucesso do sistema silvipastoril. Os objetivos do produtor são muito importantes nessa decisão. Sugere-se, sempre que possível, optar por árvores de uso múltiplo, que produzam madeira ou outros produtos, além de serviços como sombreamento, proteção do solo e fixação de nitrogênio (OLIVEIRA et al., 2003).

Os principais aspectos para escolha das espécies arbóreas são (PACIULLO et al., 2007; PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010):

- a) Priorizar espécies adaptadas às condições de clima e solo da região.
- b) Basear a escolha nos benefícios a serem obtidos das árvores (produtos madeireiros, não madeireiros e/ou serviços múltiplos)
- c) Ter conhecimento da existência de mercado e do valor dos produtos advindos do componente arbóreo (lenha, carvão, toras para serraria, escoras para construção civil, etc.), o que definirá o manejo para atingir os padrões de qualidade e a escala de produção.
- d) Preferir espécies de rápido crescimento, o que implicará em obter, no menor tempo possível, os benefícios da presença de árvores no sistema. Para espécies de serviço ou com produtos de alto valor, deve-se adotar métodos de proteção das mudas ou cultivos intercalares sequenciais até que alcancem porte suficiente para não serem danificadas pelos animais.

- e) Escolher espécies sem efeito alelopático para as culturas anuais e forrageiras, ou tóxicas para os animais.
- f) Optar preferencialmente por árvores com arquitetura favorável, com copa alta e pouco densa, que permita o crescimento de forrageiras no sub-bosque.
- g) Selecionar espécies com efeitos positivos comprovados sobre o sistema, como a capacidade de fixação biológica de nitrogênio (o que implica em melhoria do valor nutritivo do pasto sob a copa) e uma boa ciclagem de nutrientes, aumentando a fertilidade do solo.

As etapas de coleta de sementes e preparo das mudas variam em função da espécie arbórea em questão. No Acre, grande parte das espécies de árvores que podem ser utilizadas produz e dispersa sementes entre os meses de julho e setembro. A semeadura e a produção das mudas devem ser providenciadas de imediato, tão logo seja feita a coleta, de maneira a permitir o plantio no início ou meados do período chuvoso.

O Capítulo 4 desta obra foi estruturado para servir como um guia para a identificação e escolha de espécies arbóreas para uso em sistemas silvipastoris, apresentando a classificação, o ranqueamento e a descrição de 51 espécies arbóreas nativas, incluindo fotografias e descrição morfológica, visando sua correta identificação.

Densidade das árvores

O espaçamento e a densidade recomendados para o plantio das árvores em sistemas silvipastoris dependem de fatores como a arquitetura das espécies (altura, tamanho e densidade da copa), a distribuição das árvores na área (em linhas, faixas ou em área total), a fertilidade do solo e o tipo de sistema silvipastoril (CARVALHO et al., 2002; CASTRO; PACIULLO, 2006).

Na escolha do espaçamento e do arranjo arbóreo adequado aos objetivos do projeto, deve-se considerar a finalidade do produto florestal (VARELLA et al., 2009). Assim, para produção de madeira de menores dimensões pode-se adotar plantios mais adensados e para produção de madeira de maiores dimensões, plantios mais amplos ou submeter plantios densos a desbastes.

Porfírio-da-Silva et al. (2010) indicam que se o interesse for produzir madeira grossa para serraria ou laminação, as árvores devem ser conduzidas em espaçamentos maiores, com pelo menos 50 m² por indivíduo ao final do ciclo, implicando em 100 a 200 árvores para o corte final. Para produção de lenha, carvão ou estacas para cerca, espaçamentos menores implicam em maior número de árvores e maior volume em menor tempo.

Por fim, Porfírio-da-Silva et al. (2008) desenvolveram um método para calcular o número de mudas a serem plantadas em função da disposição espacial das árvores

no terreno. Técnicos e produtores podem fazer o cálculo da densidade arbórea para diferentes arranjos de linhas simples ou múltiplas, inserindo informações como a distância entre faixas, número de linhas de árvores na faixa, distância entre linhas nas faixas e distância entre árvores na linha. O aplicativo informará o número de árvores por hectare e a porcentagem de área ocupada pelas faixas de árvores.

Para a modalidade pastagem arborizada com árvores dispersas, com foco nos serviços múltiplos das árvores, é apresentado, no Capítulo 4, um indicativo do número máximo de árvores adultas por hectare que deve ser mantido em pastagens arborizadas, estabelecido em função da arquitetura da copa (densidade e área da copa) de cada espécie.

Arranjo espacial das árvores

A forma de distribuição das árvores é um importante elemento estrutural na implantação de sistemas silvipastoris. Portanto, seu planejamento deve levar em consideração os seguintes fatores: 1) finalidade de produção das árvores; 2) declividade e face de exposição do terreno; 3) proteção dos demais componentes (cultivos e/ou rebanhos); 4) conservação da água e do solo (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2006a, 2007).

O relevo é o principal parâmetro para se definir a orientação das linhas de plantio das árvores, visando a conservação do solo e da água, o controle da erosão, a melhoria do conforto térmico e o bem-estar do gado, bem como orientar o caminhar dos animais em terrenos declivosos (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

Na literatura, sugerem-se alguns arranjos para arborização, tais como o plantio em linhas simples ou múltiplas, em bosques, disperso na pastagem, e ao longo das cercas vivas de divisão da pastagem.

- Plantio em linhas simples ou múltiplas

As árvores são dispostas em espaçamentos regulares entre as linhas e entre as plantas em cada linha de plantio. Vários espaçamentos são estudados ou observados em áreas de produtores, com variações de 2 m a 5 m entre plantas na linha e de 8 m até 30 m, entre linhas.

No caso de áreas com relevo mais acentuado, as árvores devem ser plantadas em nível, “cortando” a declividade do terreno. Em áreas mais planas, deve-se fazer o plantio no sentido leste–oeste, permitindo maior incidência de luz para o crescimento das forrageiras nas entrelinhas.

Quanto aos renques (Figura 2), são mais comuns arranjos em linhas duplas e triplas. Geralmente, adotam-se espaçamentos de 3 m x 2 m ou 3 m x 3 m entre as

linhas mais próximas. Entre as linhas duplas, o espaço pode ser de 10 m a 50 m, a critério do técnico ou produtor (OLIVEIRA et al., 2003). Utilizando os fundamentos da prática de quebra-ventos convencional, Porfírio-da-Silva (2006b) sugere que uma faixa de árvores não poderá distar de outra faixa mais do que 10 vezes a sua altura. Alguns exemplos de linhas duplas (14 m x 2 m) e triplas (14 m x 2 m x 3 m e 13 m x 3 m x 1,5 m) foram descritos por Porfírio-da-Silva et al. (2010), com sugestões para desbaste que os converterão em linhas simples, com menor densidade de árvores a serem colhidas para madeira de serraria ou laminação.

- *Plantio em bosques*

Trata-se de pequenos aglomerados de árvores distribuídos na pastagem (Figura 9). Dentro dos bosques, as árvores podem ser plantadas no espaçamento de 3 m x 2 m, 3 m x 3 m, ou ainda em espaçamentos maiores.

O uso de bosques possui duas desvantagens. A primeira é que normalmente há pouco crescimento do pasto no interior dos bosques, devido ao excesso de sombra. A outra desvantagem é que prejudica a uniformidade da reciclagem de nutrientes no sistema silvipastoril, já que os animais tendem a concentrar a deposição de fezes e urina unicamente sob a copa das árvores e, ao longo do tempo, pode haver diminuição da fertilidade do solo nas áreas de pasto entre os bosques.

Uma das vantagens é que as árvores podem fornecer produtos em maior quantidade, de acordo com o número de bosques, e apresentar maior crescimento com a fertilização intensa dos dejetos dos animais.

Foto: Carlos Maurício Soares de Andrade



Figura 9. Bosques de árvores nativas distribuídos em pastagem cultivada na região noroeste de Minas Gerais.

- *Plantio disperso na pastagem*

É uma forma de arborização em que as árvores são plantadas seguindo uma distribuição aleatória na pastagem, sem espaçamento definido. As finalidades geralmente são os serviços de proteção do solo, sombreamento para o gado e melhoria da ciclagem de nutrientes, proporcionados pelas árvores, mas também se podem obter produtos (madeira, óleos, resina, etc.) originados desse consórcio.

O uso de métodos de proteção individual é inevitável nesse caso, podendo-se empregar uma estaca de madeira com arame farpado em espiral envolvendo a muda, conforme recomendações de Baggio; Carpanezzi (1989) e Vilcahuaman e Baggio (1992).

- *Plantio de cercas vivas*

Existem diversos exemplos de arborização na literatura em que o plantio de árvores é feito ao longo das cercas de limite da propriedade ou de divisória das pastagens (DUBOIS et al., 1996; HARVEY et al., 2005; IBRAHIM et al., 2007; LUDWIGS et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2007; ZAHAWI, 2005). Ao mesmo tempo, está sendo implantada uma cerca viva. O sucesso desse método é maior quando se utilizam cercas eletrificadas, assim, as mudas são protegidas de possíveis danos causados pelos animais. A cerca eletrificada permite formar sistemas silvipastoris com espécies de interesse econômico, palatáveis pelo gado, o que não seria tão fácil em outras formas de plantio, sem métodos de proteção.

Como nos demais modelos, as principais limitações são o tempo necessário para o crescimento das árvores, especialmente espécies nativas (mínimo de dois anos) e o custo para a implantação (DIAS-FILHO, 2006).

Além de cercas vivas, algumas leguminosas se prestam para uso como moirões vivos. Várias espécies do gênero *Erythrina*, que ocorrem no Brasil, e de *Gliricidia* (Figura 7), que tem como centro de origem a América Central, são apropriadas para uso como mourão vivo devido a facilidade de enraizamento de estacas (MARADEI; FRANCO, 2000).

Plantio e manejo das mudas e das árvores

O plantio das mudas deve ser feito do início até meados do período chuvoso, quando a quantidade de água no solo é suficiente para que a muda suporte alguns dias de sol pleno. Um processo importante para aumentar a percentagem de sobrevivência de mudas no campo é a rustificação antes de sua retirada do viveiro. Isso é feito diminuindo-se gradativamente a irrigação e aumentando-se a exposição das mudas ao sol, pelo menos 10 dias antes do plantio definitivo no campo (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

A adubação de plantio deve ser feita segundo as análises de solo da área. Em geral, utilizam-se fórmulas ou misturas com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), com maior dosagem de fósforo, que é o nutriente mais exigido na fase inicial de crescimento das mudas. Adubações em cobertura devem seguir orientações técnicas, mas geralmente incluem NPK em uma ou duas aplicações e, posteriormente, N e K + micronutrientes.

O manejo das árvores na arborização de pastagens consiste basicamente em favorecer o crescimento das mudas para se evitar ou minimizar os danos causados pelos animais e facilitar a utilização da nova pastagem o mais breve possível. No caso de pastagens já formadas, pode ser necessário o isolamento da área até que as árvores tenham altura e diâmetro suficientes para não serem danificadas ou, então, recorre-se à proteção com faixas definidas por cercas eletrificadas, conforme mencionado anteriormente. Porfírio-da-Silva et al. (2010) recomendam instalar a cerca elétrica a 1 m de cada lado da linha de árvores.

No manejo das árvores, além de coroamento, para reduzir a competição com a vegetação herbácea, deve-se efetuar cobertura morta, para melhorar as condições de umidade do solo (CARVALHO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2003). Porfírio-da-Silva et al. (2010) mencionam que o controle de plantas daninhas seja feito mecanicamente (com implementos ou ferramentas agrícolas), quimicamente em pré ou pós-plantio das árvores, usando herbicidas seletivos para espécies florestais ou não seletivos, empregando métodos de proteção para as mudas.

Outra prática extremamente importante em sistemas silvipastoris é a desrama ou poda. Porfírio-da-Silva et al. (2010) recomendam a primeira poda quando as árvores apresentarem 6 cm de diâmetro à altura do peito (1,30 m do nível do solo). Sugere-se o corte dos galhos mais baixos para evitar o sombreamento excessivo da pastagem, e ainda conferir melhor forma de fuste e qualidade da madeira das espécies arbóreas com finalidade comercial.

Referências

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

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, O. B. Resultados preliminares de um estudo sobre arborização de pastagens com mudas de espera. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 18/19, p. 17-22, 1989.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. i-xii, 2011. Prefácio.

BARCELLOS, A. O.; MEDRADO, M. J. S.; GRISE, M. M.; SKORUPA, L. A.; ROCHA, W. S. D. Base conceitual, sistemas e benefícios da ILPF. In: BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. p. 23-37.

BETANCOURT, K.; IBRAHIM, M.; HARVEY, C. A.; VARGAS, B. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. **Agroforesteria en las Américas**, Turrialba, v. 10, p. 47-51, 2003.

BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O. C. de; REZENDE, C. de P.; CANTARUTTI, R. B.; PEREIRA, J. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture Ecosystems & Environment**, Amsterdam, NL, v. 103, n. 2, p. 389-403, 2004.

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

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

CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; YAMAGUCHI, L. C. T. **Estabelecimento de sistemas silvipastoris: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa fertilidade**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. 12 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 68).

CASTRO, C. R. T.; MÜLLER, M. D.; FERNANDES, E. N.; SOUZA, A. D. de. **Ocorrência de espécies arbustivas e arbóreas em pastagens da micro-região de Juiz de Fora, Zona da Mata de Minas Gerais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 27).

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C. **Boas práticas para implantação de sistemas silvipastoris**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 50).

DIAS-FILHO, M. B. **Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 258).

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRA, 1996. v. 1, 228 p.

DURR, P. A. The biology, ecology and agroforestry potential of the raintree, *Samanea saman* (Jacq.) Merr. **Agroforestry Systems**, Holland, v. 51, p. 223-237, 2001.

ENTZ, M. H.; BELLOTTI, W. D.; POWELL, J. M.; ANGADI, S.; CHEN, W.; OMINSKI, K.; BOELT, B. Evolution of integrated crop-livestock production systems. In: MC GILLOWAY, D. A. (Org.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: IGC, 2005. p. 137-148.

EPIFÂNIO, P. S.; SANTOS, T. M. B. Qualidade do sombreamento de três espécies arbóreas na região de Aquidauana-MS. In: ZOOTECA 2006, 2006, Recife. **Resumos expandidos...** [Recife: ABZ], 2006. 1 CD-ROM.

FAJARDO, N. D.; GONZÁLEZ, R. J.; NEIRA, L. A. Sistemas ganaderos amigos de las aves. In: MURGUEITIO, E.; CUARTAS, C.; NARANJO, J. (Ed.). **Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo**. 2. ed. Cali: Fundación CIPAV, 2009. p. 171-203.

FRANKE, I. L.; FURTADO, S. C. **Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 51 p. (Embrapa Acre. Documentos, 74).

GARCÍA, J. C. C.; TRUJILLO, H. C.; VÁSQUEZ, J. G. Regeneración natural de árboles maderables en pasturas como estrategia para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en la zona cafetera de Colombia. In: MURGUEITIO, E.; CUARTAS, C.; NARANJO, J. (Ed.). **Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo**. 2. ed. Cali: Fundación CIPAV, 2009. p. 325-348.

GODFRAY, H. C. J.; BEDDINGTON, J. R.; CRUTE, I. R.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J. F.; PRETTY, J.; ROBINSON, S.; THOMAS, S. M.; TOULMIN, C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, New York, v. 327, n. 5967, p. 812-818, 2010.

HARVEY, C. A.; VILLANUEVA, C.; VILLACÍS, J.; CHACÓN, M.; MUNÓZ, D.; LÓPEZ, M.; IBRAHIM, M.; GÓMEZ, R.; TAYLOR, R.; MARTINEZ, J.; NAVAS, A.; SAENZ, J.; SÁNCHEZ, D.; MEDINA, A.; VILCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, B.; PEREZ, A.; RUIZ, F.; LÓPEZ, F.; LANG, I.; SINCLAIR,

F. L. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, NL, v. 111, p. 200-230, 2005.

IBRAHIM, M.; VILLANUEVA, C.; CASASOLA, F. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Mayaguez, v. 15, supl. 1, p. 73-87, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Potencialidade de perda na produção leiteira**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/agrometeorologia/IndProdLeite15.php>>. Acesso em: 10 maio 2012.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. de F. A.; VERNEQUE, R. da S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvopastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, maio/jun. 2005.

LESSA, L. S.; OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; LUZ, S. de A.; SANTOS, F. C. B. dos. Estabelecimento de espécies arbóreas nativas em unidades de observação de sistemas silvopastoris no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campo de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Salvador: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006. 1 CD-ROM.

LUDEWIGS, T.; MENESES-FILHO, L. C.; LEITE, A. P.; PINTO, E. M.; SILVA, R. F. da; BRILHANTE, N. A.; OLIVEIRA, A. C. Estacas de *Erythrina verna* para uso em cercas vivas no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. **Sistemas agroflorestais no contexto da qualidade ambiental e competitividade**: resumos expandidos. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. p. 49-51.

LUZ, S. A. **Atributos químicos do solo, produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* em sistema silvopastoril com *Samanea tubulosa* no Acre**. Rio Branco: UFAC, 2011. 64 f.

LUZ, S. A.; OLIVEIRA, T. K. Taxa de acúmulo de matéria seca e proteína bruta de *Brachiaria brizantha* em sistema silvopastoril com *Samanea tubulosa*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém. **Anais...** Belém: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011. 1 CD-ROM.

MARADEI, M.; FRANCO, A. A. Avaliação de dez espécies do gênero *Erythrina* no Rio de Janeiro, para uso como moirão vivo. **Agronomia**, Seropédica, v. 34, n. 1/2, p. 26-30, 2000.

MARTINS, C. E. N.; FEISTAUER, D.; VIEIRA, A. R. R.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; QUADROS, S. F. A. de. Crescimento de espécies nativas e produção de material formador da serapilheira em um sistema silvopastoril. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **SAFs: desenvolvimento com proteção ambiental**: anais. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. p. 192-194. (Embrapa Florestas. Documentos, 98).

MENDES, B. V. Potencialidades de utilização da Algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC) no semi-árido brasileiro. **Coleção Mossoroense**, Mossoró, v. 1, n. 1, p. 7-13, 1989.

MONTAGNINI, F. (Coord.). **Sistemas agroflorestais: principios y aplicaciones en los trópicos**. 2. ed. San José, CR: Organización para Estudios Tropicales, 1992. 622 p.

NAIR, P. K. R. (Ed.) **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: ICRAF, 1989. 664 p. (Forestry sciences).

NAIR, P. K. R.; BURESH, R. J.; MUGENDI, D. N. . Nutrient cycling in tropical agroforestry systems: myths and science. In: BUCK, L. E.; LASSOIE, J. P.; FERNANDES, E. C. M. (Ed.). **Agroforestry in sustainable agricultural systems**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 1-31.

NICODEMO, M. L. F.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; SANTOS, P. M.; VINHOLIS, M. de M. B.; FREITAS, A. R. de; CAPUTTI, G. Desenvolvimento inicial de espécies florestais em sistema silvopastoril na região Sudeste. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 89-92, dez. 2009. Edição especial.

NICODEMO, M. L. F.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; THIAGO, L. R. L. de S.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A. **Sistemas silvopastoris: introdução de árvores na pecuária do Centro-Oeste brasileiro**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 37 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 146).

OLIVARES, A.; CARO, T. W. Efecto de la presencia de sombra en el consumo de agua y ganancia de peso de ovinos en pastoreo. **Agro sur**, Valdivia, v. 26, n. 1, p. 77-80, 1998.

OLIVEIRA, T. K. de; LUZ, S. A. da. Atributos químicos do solo em sistema silvipastoril com *Samanea tubulosa* no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais**. Uberlândia: UFU, 2011. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, T. K. de; LUZ, S. A. da; SANTOS, F. C. B. dos; LESSA, L. S. Crescimento de mogno e eucalipto como cercas vivas no Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 830-833, 2007.

OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; ANDRADE, C. M. S. de; FRANKE, I. L. **Sugestões para implantação de sistemas silvipastoris**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. 28 p. (Embrapa Acre. Documentos, 84).

OLIVEIRA, T. K. de. Sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris: integração entre reflorestamento e pecuária. In: GONÇALVES, R. C.; OLIVEIRA, L. C. **Embrapa Acre: ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do sudoeste da Amazônia**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2009. p. 123-138.

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

PACIULLO, D. S. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; CARVALHO, M. M.; CASTRO, C. R. T. Arranjos e modelos de sistemas silvipastoris. In: FERNANDES, E. N.; PACUILLLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. de; MULLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 13-50.

PARMEJIANI, R. S.; ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K. Índice SPAD em gramíneas crescendo sob a copa de espécies arbóreas nativas em pastagens no Acre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ: UFBA, 2010. 1 CD-ROM.

PEZO, D.; IBRAHIM, J. **Sistemas silvipastoriles**. Turrialba: CATIE: GTZ, 1998. 258 p. (Materiales de Enseñanza, n. 40; Colección módulos de enseñanza agroforestal. Módulo de Enseñanza agroforestal, n. 2).

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens: 1 - procedimentos para introdução de árvores em pastagens**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006a. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 155).

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MEDRADO, M. J. S. **Planejamento do número de árvores na composição de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 219).

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Integração “lavoura-pecuária-floresta” como proposta de mudança do uso da terra. In: FERNANDES, E. N.; MARTINS, P. C.; MOREIRA, M. S. P.; ARCURI, P. B. (Ed.). **Novos desafios para o leite do Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 197-210.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistemas silvipastoris para a produção de carne. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. de; SILVA, S. C. da; FARIA, V. P. de. (Ed.). **As pastagens e o meio ambiente**. Piracicaba: FEALQ, 2006b. p. 297-326.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 48 p.

REYNOLDS, S. G. **Pasture-cattle-coconut systems**. Rome, IT: FAO, 1995. 668 p.

RUSSELLE, M. P.; ENTZ, M. H.; FRANZLUEBBERS, A. J. Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, p. 325-334, 2007.

SANTOS, W. B. R.; PIANO, L. M.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Utilização de bosques em sistema de criação a pasto, para o conforto térmico animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **SAFs: desenvolvimento com proteção**

ambiental: anais. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. p. 192-194. (Embrapa Florestas. Documentos, 98).

SILVA, J. M. de A.; OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; LESSA, L. S. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas em sistemas silvipastoris no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campo de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Salvador: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006. 1 CD-ROM.

TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011.

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSONS, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, London, GB, v. 418, p. 671-677, 2002.

VARELLA, A. C.; SAIBRO, J. C. Uso de bovinos e de ovinos como agentes de controle da vegetação nativa sob três populações de eucalipto. **Revista brasileira de zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 30-34, 1999.

VARELLA, A. C.; SILVA, V. P.; RIBASKI, J.; SOARES, A. B.; MORAES, A. B.; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C.; BARRO, R. S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. (Org.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 283-328.

VEIGA, J. B. da; ALVES, C. P.; MARQUES, L. C. T.; VEIGA, D. F. da. **Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 62 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 56).

VEIGA, J. B.; SERRÃO, E. A. S. Sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos úmidos: a experiência da Amazônia brasileira. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed). **Pastagens: fundamentos da exploração racional** 2. Ed.. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 37-68. (FEALQ. Série atualização em zootecnia, 10)

VERGARA, D. M. B.; BOTERO, J. A. B. Finca los Masones, en Puerto Libertador (Córdoba): un ejemplo de ganadería amiga de la biodiversidad. In: MURGUEITIO, E.; CUARTAS, C.; NARANJO, J. (Ed.). **Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo**. 2. ed. Cali: Fundación CIPAV, 2009. p. 325-348.

VILCAHUAMAN, L. J. M.; BAGGIO, A. J. Estudo econômico da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 201-210.

VILCAHUAMAN, L. J. M.; MEDRADO, M. J. S.; MASCHIO, L. M. A. Aspectos de arborização de pastagens e viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIAO SUL DO BRASIL, 1., 1994, Colombo. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p. 157-172. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 26).

YARED, J. A. G.; BRIENZA JÚNIOR, S.; MARQUES, L. C. T. **Agrossilvicultura: conceitos, classificação e oportunidades para aplicação na Amazônia brasileira**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. 39 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 104).

ZAHAWI, R. A. Establishment and growth of living fence species: an overlooked tool for the restoration of degraded areas in the tropics. **Restoration Ecology**, Malden, v. 13, p. 92-102, 2005.