

Perspectivas da arborização de pastagens na produção animal agroecológica

*Vanderley Porfirio-da-Silva**
*Márcia Vitória Santos***

Introdução

A agroecologia deve apresentar alternativas aos pressupostos produtivos vigentes, em especial à idéia dominante de maximização dos rendimentos, sem preocupação com efeitos ambientais e sociais das atividades produtivas no meio rural. A promoção da racionalidade ambiental, ao invés da racionalidade instrumental, deve reorientar as estratégias produtivas mitigando os efeitos sobre a natureza e sobre a própria humanidade. Para tanto, a agroecologia tem perspectivas de: i) promover ecossistemas equilibrados – que produzam o suficiente sem danificar as fontes da fertilidade da terra; ii) prover a orientação teórica para a reorientação dos desenhos de sistemas produtivos; iii) construir modelos de agricultura e de sociedade onde os custos sócio-culturais, ambientais e econômicos não estejam ocultos; iv) construir conhecimento fundamentado na interação entre a biodiversidade ecológica e a sócio-cultural local, dos saberes dos agricultores e dos técnicos envolvidos no processo de desenvolvimento.

O consenso existente a cerca da pressão da produção pecuária destaca que os impactos mais preocupantes são: o desflorestamento; a degradação, erosão e compactação dos solos; as emissões de gases.

*Eng. Agr. Pesquisador Embrapa Florestas.

**Zootecnista, Dra., Professora Substituta Dept. Zootecnia/UFV.

componentes do efeito estufa; o assoreamento e a poluição de águas; a mudança na cobertura vegetal e a diminuição da biodiversidade. Desde os acordos internacionais firmados em 1992 (Agenda 21, Convenção sobre a Mudança Climática Global e a Biodiversidade) no Rio de Janeiro, Brasil, vem sendo construído um processo em âmbito mundial que tem o objetivo de rever os efeitos da produção animal sobre o meio ambiente (Rosales et al., 1998)

Ademais, as preocupações sobre meio ambiente e pecuana devem buscar estabelecer sistemas de produção em bases sustentáveis, para que a pecuária possa ser socialmente benéfica, economicamente viável e ambientalmente adequada. Nesse sentido, a arborização de pastagens adquire grande importância, fundamentalmente se concebida como um sistema de produção, onde técnicas de arborização estão obrigatoriamente associadas às de manejo adequado da pastagem e do rebanho. Sua importância passa a ser ainda maior quando implementada em regiões pastoris com grande fragmentação e insulamento de remanescentes florestais naturais e, ou, com pastagens degradadas (Porfírio-da-Silva, 2006a), pois pode promover a "conectividade" entre os remanescentes florestais naturais (Harvey, 2004).

A arborização do ambiente de pastagens

A arborização de pastagens é uma forma de uso das terras também conhecida por sistema silvipastoril. Silvipastoril é uma palavra que surge da combinação da palavra *silvi* (que significa "aquilo que é da mata, da floresta") e da palavra *pastoril* (que significa "aquilo que é do criador de gado"). É uma opção de tecnologia para a produção animal, e que consiste da combinação intencional de árvores, pastagens e gado numa mesma área e ao mesmo tempo.

Outra opção de arborização de pastagens é o sistema agrossilvipastoril, também conhecido como integração lavoura-pecuária-floresta (iLRF), que se diferencia do primeiro pelo uso do componente agrícola associado às árvores, constituindo a fase silviagrícola para, posteriormente, com a colheita da cultura agrícola, mudar para a fase

silvipastoril (Porfírio-da-Silva, 2007a). Multifuncionais, o silvipastoril e agrossilvipastoril possibilitam intensificar a produção, pelo manejo integrado dos recursos naturais, evitando sua degradação (Carvalho et al., 2001) com o objetivo de diversificar a produtividade e incrementar a renda do produtor. As árvores podem ser madeiráveis, frutíferas, de outros produtos industriais não madeiráveis, forrageiras ou de multipropósito. Portanto, vários tipos de sistemas silvipastoris e, ou, agrossilvipastoris são possíveis.

A espécie arbórea a ser utilizada em pastagens com animais deve possuir características específicas, como não ser tóxica ao animal, não produzir efeitos alelopáticos sobre as forrageiras, adequar-se às condições ecológicas e ambientais regionais, apresentar rápido crescimento, ser preferencialmente perenifólia, de copas que favoreçam a passagem de luz para o crescimento das plantas forrageiras tropicais, resistentes a ventos, capacidade de proporcionar conforto térmico para os animais e, se possível, apresentar diversidade de uso ou produtos (Carvalho e Botrel, 2002). Outras características desejáveis são a capacidade de oferta de alimento para os animais, além de alta capacidade de rebrotação e de fixação de N. As espécies leguminosas podem proporcionar melhorias da fertilidade do solo, conferindo melhores condições, a médio e longo prazo, ao produtor para reutilizar mais rapidamente as áreas de pastagens e aos animais, por se beneficiarem da melhoria na qualidade da forragem produzida, podendo possibilitar a produção animal com menor uso de insumo ou mesmo sem necessidade de adubação nitrogenada na pastagem (Carvalho, 1993; Carvalho e Botrel, 2002). Apesar da ilação destes autores, há que se ter a consciência de que a transferência de nitrogênio da leguminosa arbórea para a pastagem diminui com o aumento da distância em relação ao tronco das árvores (Dias et al., 2007)

Nas situações, onde as árvores se constituem também em forrageiras, são utilizadas espécies que permitem pastoreio direto ou corte de suas folhas e ramos comestíveis, ou ainda frutos e vagens como: *Leucaena* spp. e *Prosopis* spp. (Lourenço, 1993); *Paulownia* spp. (Chinese Academy..., 1986); *Gliricidia sepium*; *Azadirachta indica* (Pereira, 1983; Baggio e Carpanezzi, 1988; Medrado, 1993), e uma variedade de espécies frutíferas nativas que são consumidas pelo gado (Chang, 1985; Carvalho, 2003, 2006, 2008).

1 a) conservação/manutenção de árvores previamente existentes na pastagem; b) plantio de árvores na pastagem; e, c) condução de árvores que emergem naturalmente na área de pastagem.

A arborização de pastagens como promotor da transição agroecológica

A presença de árvores em pastagens confere algumas características que podem favorecer a produtividade e a sustentabilidade de sítio. Estas podem incluir efeitos sobre a ciclagem de nutrientes, proteção contra erosão, modificação do microclima, estratificação do uso de recursos e efeitos sobre as populações de pragas, plantas daninhas, entre outras (McDicken e Vergara, 1990).

As peculiaridades relativas aos sistemas silvipastoris e, ou, agrossilvipastoris necessitam ser entendidas para possibilitar a otimização das interações que ocorrem entre seus componentes. Assim, alguns conceitos e fundamentos precisam ser conhecidos, e referenciados em condições regionais ou em condições similares.

Os componentes (árvore, agrícola, pasto e animal) devem ser considerados integrantes do sistema desde o planejamento do empreendimento, requerendo mudanças de postura e novas ações, alterando costumes e tradições (Dantas, 1994) dos setores produtivos envolvidos (técnicos, produtores e empresários).

Seu planejamento deve prever e permitir uma transitoriedade amena, ou seja, enquanto o componente arbóreo não puder suportar carga animal, a área será utilizada para cultivos de grãos, forrageiras anuais, ou deverá ser protegido do assédio dos animais (Porfirio-da-Silva, 2006b). É o caso, por exemplo, da reforma de pasto ou implantação de pastagens com plantio de árvores em terraços ou em curvas de nível (mesmo sem terraços); enquanto as árvores crescem, o solo é submetido a manejo da adubação e cultivos.

A transitoriedade acontece de um sistema pastoril (pasto e gado) que, passando inicialmente por um sistema silviagrícola (árvores + lavouras) chega ao silvipastoril (árvores + pasto + gado), com vantagens econômicas capazes de diminuir, ou até mesmo suplantam, os custos de implantação do novo sistema.

Objetivos da arborização de pastagens

A arborização de pastagens, como técnica para a conversão de áreas de pastagens em sistemas silvipastoris, vem no escopo da "mudança do sistema de uso da terra", capaz de impactar positivamente a opinião

pública e de estabelecer novo paradigma pecuário onde o uso da terra, com base monocultural, deve ceder lugar à base policultural.

A mudança de pastagens convencionais para sistemas silvipastoris tem, em geral, três objetivos: i) aumento da produtividade total (maior saída de produtos valoráveis por unidade de terra e trabalho); H) aumento da estabilidade (menor sensibilidade às flutuações de curto-prazo decorrente da diluição de riscos por meio da diversificação (de espécies) de atividades; iii) aumento da sustentabilidade (manutenção da produtividade no longo-prazo decorrente da conservação/proteção de recursos-base).

Estes objetivos concorrem para o alcance da perspectiva agroecológica de promoção de agroecossistemas equilibrados com reflexos socioeconômicos e culturais sobre a população adotadora ao atender ao conceito-chave de Riechmann (2002), onde as "técnicas e tecnologias agropecuárias não devem ser utilizadas simplesmente para produzir mais, mas para produzir melhor".

Aumento da produtividade total

De modo geral, existem duas formas em que o crescimento de espécies associadas pode resultar em maior rendimento: i) pela diminuição de interações negativas; ii) e pelo reforço das interações positivas que ocorrem. Interações negativas englobam a competição, bem como a predação (Tabela 1). Maior rendimento pode ser obtido se o sistema silvipastoril tiver um planejamento e manejo que minimize as perdas por interações negativas e reforce as interações positivas (Porfirio-da-Silva, 2007b).

O sucesso do silvipastoril dependerá da intensidade da competição entre árvores e pastagem. A regulação imposta pelo manejo do componente arbóreo minimiza a competição entre árvores e pastagem que poderão conviver com menor declínio na produtividade.

A produção no sistema silvipastoril por unidade de área pode ser comparada com a produção em monocultivo. Se a produção é maior do que o obtido em monocultura, então o sistema arborizado é mais produtivo do que a monocultura. Se ocorre o contrário, é menos produtivo.

Em sistema silvipastoril o "uso equivalente da terra" (UET) pode ser utilizado como uma medida de eficácia da combinação dos componentes do sistema. Definido como a quantidade de terra lres.dri~

para produzir em monocultivo o que pode ser produzido em um hectare de silvipastoril (Neto e Gomes, 2008).

Tabela 1. Interações árvore-pastagem-gado e seus efeitos resultantes em sistema silvipastoril. (Os sinais referem-se, em termos ecológicos, aos efeitos: positivo (+), negativo (-) ou neutro (0), de um componente sobre o outro)

Interação resultante	Exemplo
Comensalismo (0,+)	melhoria da fertilidade do solo e do microclima pelas árvores favorecendo à pastagem e o conforto térmico animal;
Competição (-,-), (-,0)	restrição de radiação solar para a pastagem sob a sombra das árvores; restrição de radiação solar para as plântula de árvore (“abafamento”) imposta pelas forrageiras; produção de substâncias que impedem o desenvolvimento (antibiose), quer seja da árvore para com a forrageira, quer seja da forrageira para com a árvore.
Predação (+,-)	pastejo dos animais sobre a forrageira e/ou sobre a árvore.
Mutualismo (+,+)	fixação biológica de nitrogênio atmosférico feita por microrganismos (ex. Rizóbios e bactérias do gênero <i>Frankia</i>); sombra das árvores para o gado e deposição de esterco sob as copas das árvores; ...

Fonte: Porfirio-da-Silva, 2007b.

Aumento da estabilidade de rendimento

A suposição de que a variância de produtividade (estabilidade de rendimento) é maior em um sistema com maior número de espécies, depende da capacidade de suportar variações do ambiente, de assimilar perdas e dividir riscos por meio da diversificação e, conseqüentemente, poderá ser mais estável.

A variação em um sistema silvipastoril pode ser determinada utilizando o rendimento da pastagem e da árvore, em monocultivos, da árvore e da pastagem em silvipastoril, do gado em monocultivo de pastagem, do gado em silvipastoril e o rendimento do conjunto em silvipastoril. A variância de cada um dos componentes (gado, pasto e árvore) pode ser utilizada para comparar a variabilidade de cada espécie no sistema silvipastoril com a pastagem solteira, e para estimar a variabilidade do sistema comparando o conjunto de componentes em

silvipastoril com cada um dos monocultivos (Vandermeer, 1989 *apud* Anderson e Sinclair, 1993).

Dessa forma, será possível apontar uma solução, ao se considerar opções de uso da terra como um problema de otimização em que se objetive maximizar rendimento e minimizar riscos.

O desempenho dos animais em pastagens arborizadas está diretamente ligado à disponibilidade e qualidade da forragem produzida, sendo essas características influenciadas pelas práticas adotadas, principalmente o manejo das árvores (desrama e desbaste) e dos animais quanto à disponibilidade de alimento e taxa de lotação. O ambiente altera essas características por meio de mudanças fisiológicas, morfológicas e de composição química das forrageiras, o que determina a sua adaptação às condições ambientais impostas pelo sistema (Nelson e Moser, 1994).

Outros enfoques a serem considerados em consorciação de forrageiras com espécies arbóreas são a produtividade e longevidade das forrageiras, que pode ser alterada pelo sombreamento das árvores (Castro et al., 1999; Paciullo et al., 2008). A adaptação das plantas forrageiras à variação da intensidade luminosa associa-se às modificações morfofisiológicas. O sombreamento influencia positivamente o valor nutritivo do pasto, pela diminuição dos seus percentuais de parede celular e aumento dos teores de proteína bruta, o que reflete no aumento da digestibilidade (Garcia e Couto, 1997; Paciullo et al., 2007). No entanto, não basta somente a escolha de espécies tolerantes ao sombreamento, sendo necessária a seleção de espécies com boa capacidade produtiva, adaptadas ao manejo e às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas, a fim de assegurar a produtividade e longevidade do pasto estabelecido nesses sistemas (Santos et al., 2008).

Aumento da sustentabilidade

Enquanto a estabilidade pode ser equacionada pelas flutuações econômicas ou ambientais de curto prazo, a sustentabilidade diz respeito aos efeitos de flutuações, ou estresse de longo prazo, na capacidade dos agroecossistemas manterem a produtividade.

Qualquer agroecossistema pode ser sustentável, por tanto tempo quanto o equilíbrio, entre entradas e saídas (água, nutriente, energia), existir. Quando ocorre retirada por colheitas, ou seja, ocorrer perdas; um aumento de entradas de insumos (fontes) será necessário para manter o equilíbrio.

Em ecossistemas naturais, a dinâmica da comunidade vegetal atingiu um estado de equilíbrio onde a taxa de consumo dos recursos é igual à taxa de recurso abastecimento (saída igual entrada). Tal como nos ecossistemas naturais, o agroecossistema de pastagem é um sistema aberto, com entrada e saída de matéria e energia (D'Agostini e Cunha, 2007). A entrada ocorre através da radiação solar, chuva, irrigação, ventos e insumos.

A reposição de nutrientes para as plantas forrageiras de uma pastagem é feita por essas entradas e pela ciclagem na matéria orgânica. O gado retoma até 90% dos nutrientes ingeridos durante o pastejo, por meio das fezes e urina (Monteiro e Werner, 1997). O retomo dos nutrientes, geralmente, é influenciado pelo comportamento animal e pelo manejo empregado. Como exemplo, as proximidades de cochos de sal e bebedouros (Braz 2001), abrigos para os animais, abrigos para ordenha, lugares com sombra, no pátio do curral e em cursos de água, sejam na exploração do gado de leite como na de corte (Haynes e Williams 1993).

Na pastagem, a desuniformidade de distribuição das excretas é o principal fator que afeta o equilíbrio entre entradas e saídas desse agroecossistema e, conseqüentemente, a recomendação de reposição dos nutrientes por meio de adubação. Essa heterogeneidade de fertilidade do solo, bem como, a irregularidade de produção de forragem nestes ambientes é desenvolvida e mantida pelo pastejo seletivo imposto pelo animal (Hirata et al., 2002).

Se as excretas tiverem distribuição homogênea, a reciclagem de nutrientes será mais eficaz. No entanto, nas pastagens convencionais, o padrão de distribuição, no qual os nutrientes são retomados à pastagem na forma de fezes e urina é desuniforme (Ferreira et al., 2004); porém, em sistemas silvipastoris, a ciclagem da matéria orgânica ganha sinergia: as árvores retiram nutrientes das camadas mais profundas e os depositam sobre o solo na forma de serapilheira (Figura 1); e o gado deposita suas excreções em um padrão de distribuição mais homogêneo (Kruschewsky, 2009; Ferreira, 2010). Isto porque, no ambiente de pastagem adequadamente arborizada os "recursos de conforto" como a sombra, piso seco e macio, piso seco e fresco, e coçadores (troncos das árvores - que possibilitam aos animais exercerem naturalmente defesa contra ectoparasitas e moscas, ao fazerem uso destes para se coçar), estarão distribuídos por toda a área. A Figura 2 ilustra a distribuição de fezes por vacas de leite em uma pastagem adequadamente arborizada.

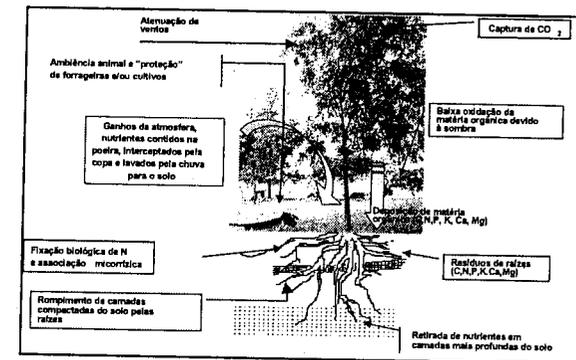


Figura 1. Efeitos da presença de árvores no ambiente de pastagem.

Fonte: Adaptado de Young, 1994.

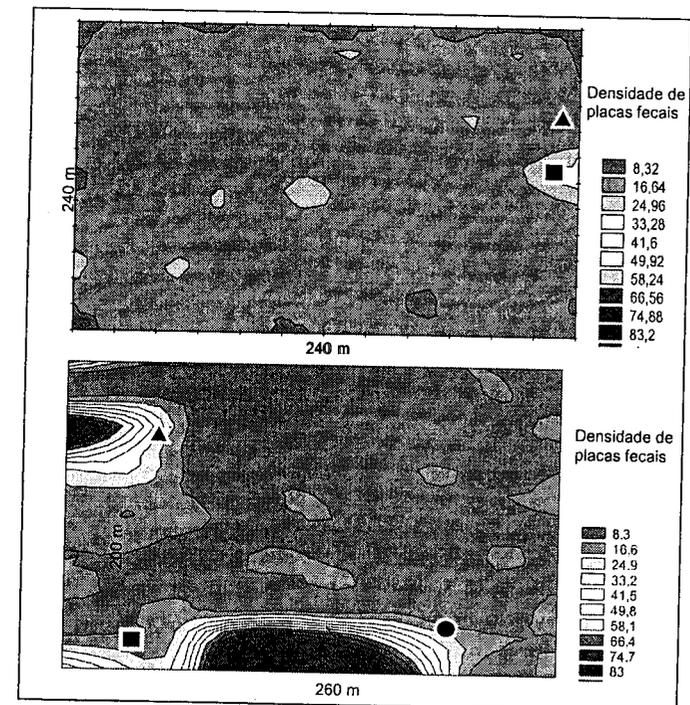


Figura 2. Deposição de fezes de bovinos de leite, na pastagem arborizada (acima) e na pastagem não-arborizada (abaixo). Porteiras e bebedouros (11, o), e sombra projetada (O) (desde a manhã até por volta das 14:00 hs) por árvores isoladas existentes fora do piquete não-arborizado.

Fonte: Adaptado de Kruschewsky, 2009.

A arborização de pastagens e o "negócio" pecuário

Conforme Figueiredo (2002), no Brasil, a produção animal agroecológica ganha espaço devido às preocupações com o bem-estar animal e do planeta como um todo. Mesmo na produção convencional existe a preocupação com a qualidade dos produtos que estão sendo comercializados e que passaram a exibir selos de qualidade ou de certificação. O rastreamento das informações da produção deverá ser efetuado a partir da contabilidade da propriedade em conjunto com o diário de produção e prescrições da assistência técnica. A crescente conscientização da população sobre os perigos da produção, sem considerar de imediato os efeitos sobre o meio ambiente, sobre os animais e sobre as pessoas abre espaço para a produção agroecológica que deixará de ser nicho para ser o grande mercado do futuro, tanto para o Brasil como para o exterior.

O crescimento populacional, a urbanização e o aumento de renda devem duplicar a demanda e a produção pecuária e de seus produtos derivados nos países em desenvolvimento. De acordo com dados da FAO (2009) em 2050 a população mundial, projetada para 9,2 bilhões de habitantes, demandará uma quantidade de alimentos duas vezes maior do que a atual. Conforme dados da FAO (2002), a produção pecuária está crescendo rapidamente, e a estimativa para o ano 2030 é de que a pecuária produzirá mais da metade do total do valor do produto agrícola mundial. Atualmente a pecuária é responsável pelo uso de aproximadamente 3,4 bilhões de hectares de terras para pastagens permanentes, o que corresponde a mais de duas vezes a superfície utilizada para cultivos agrícolas.

Tal como a demanda por produtos pecuários, a demanda por produtos florestais também é crescente pelas mesmas razões (crescimento populacional, a urbanização e o aumento da renda mundial), mas com um "novo" elemento: uma mudança de atitude que levará ao aumento do valor da conservação do meio ambiente e da natureza. Existe pressão cada vez maior para que sejam respeitadas normas adequadas de gestão dos recursos naturais em todas as políticas e esforços para estimular o desenvolvimento econômico e diminuição da pobreza.

Estimativas indicam que, até 2030, o consumo mundial de madeira em toras aumentará aproximadamente 60% em relação ao consumo atual, o que alcançará cerca de 2,4 bilhões de m³, enquanto que

a produção de toras industriais originadas de plantações alcançará 0,8 bilhões de m³, duplicando os 0,4 bilhões de m³ produzidos atualmente (FAO, 2002) e atendendo em parte o crescimento da demanda de madeira no período. Conforme o estudo da FAO, a pergunta fundamental não é se haverá madeira no futuro, mas sim de onde deverá vir, quem a produzirá e como deverá ser produzida?

Está ocorrendo uma mudança de fontes da madeira, da madeira de florestas virgens e deficientemente fiscalizadas para plantações florestais e/ou florestas manejadas de forma certificada.

No cenário global, o Brasil ocupa posições de destaque na produção e exportação de produtos agropecuários, como: café, açúcar, suco de laranja, álcool, soja, carne bovina, carne de frango, milho e carne suína. Atualmente a pecuária possui o maior rebanho comercial de bovinos, com 171,6 milhões de cabeças (IBGE, 2009), detém aproximadamente 20% do mercado da carne (USDA, 2009) e é o 6º maior produtor de leite do mundo (FAO, 2009). Em produtos florestais é o primeiro produtor mundial de madeira serrada de florestas nativas (UNECE e FAO, 2009) e o terceiro exportador de madeira serrada de florestas nativas (1,7 milhões de m³); o grande mercado interno brasileiro consome cerca de 13,5 milhões de m³ de madeira serrada oriunda de florestas nativas (UNECE e FAO, 2009), além do equivalente a 65 milhões de m³ originados em florestas plantadas e consumidos na forma de celulose, carvão, madeira serrada, painéis reconstituídos e compensados (ABRAF, 2009). Então, somente para substituir a madeira oriunda de florestas nativas para o mercado interno, seriam necessários plantios para mais 13,5 milhões de m³.

Embora o Brasil seja reconhecidamente uma potência mundial na produção de alimentos, o modelo de exploração pecuária ainda apresenta baixos índices zootécnicos, o que se deve à criação de bovinos em pastagens degradadas com baixo potencial produtivo. Assim, a adoção de tecnologias para o restabelecimento da capacidade produtiva das pastagens, bem como o uso de sistemas produtivos mais ecológicos, como os sistemas silvipastoris, são fundamentais para intensificação futura da atividade pecuária no Brasil.

No ano de 2005, a agropecuária foi responsável por 22% do total das emissões brasileiras de gases de efeito estufa (GEEs), sendo o gás metano, formado a partir da fermentação de carboidratos em ruminantes, o principal responsável pelas emissões no setor (MCT, 2009). Dentre as alternativas para mitigação de GEEs pela pecuária destacam-se a

melhoria da qualidade da dieta pela utilização de forragem de melhor valor nutritivo e manejo adequado da pastagem (Deramus et al., 2003; Lassey, 2007). A criação de bovinos em pastagens bem manejadas e produtivas implica em melhoria no desempenho animal e nos coeficientes zootécnicos como maior taxa de natalidade, redução da mortalidade e da idade de abate. Além disso, embora pouca atenção tenha recebido de pesquisadores no sentido de relacionar com emissão de metano entérico, a melhoria do conforto térmico animal em pastagens adequadamente arborizadas contribuirá para mitigar a tal emissão, uma vez que, sob estresse térmico, ocorre disfunções homeotérmicas que afetam a eficiência produtiva e reprodutiva dos bovinos. Esses parâmetros pedem levar a redução das emissões de metano por ruminantes. De acordo com Barioni et al. (2007) o aumento da taxa de natalidade de 55% para 68%, a redução na idade de abate de 36 para 28 meses e a redução na mortalidade até 1 ano de 7% para 4,5% permitiria que em 2025 a produção de carne no Brasil aumentasse em 25,4% e as emissões de metano em relação ao equivalente carcaça produzido fossem reduzidas em 18%.

O potencial de mitigação de GEEs em sistema agrossilvipastoril com árvores de rápido crescimento (>2,2 em de diâmetro ao ano) no Brasil, foi estimado por Leite et al. (2010). Segundo estes autores, aproximadamente, 5,0 toneladas de carbono por hectare por ano (média para 11 anos) são fixadas na madeira (tronco) das árvores, o que equivaleria à neutralização da emissão de 13 bois adultos (450 kg PV) por ano (Figura 3).

Os sistemas de iLPF que contemplam os componentes madeireiro e pecuário, além da produção de madeiras e de ser uma tecnologia para mitigar emissões de GEEs, atende a necessidade de bem-estar animal ao proporcionar proteção contra estresse térmico, promove a biodiversidade em sistemas produtivos e incrementa o uso eficiente da terra com agregação de valor e renda para as áreas de pastagens.

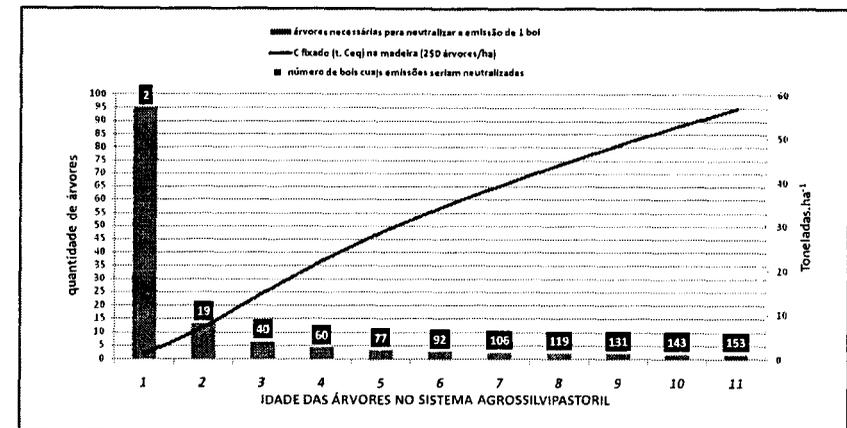


Figura 3. "Neutralização" da emissão de metano por bovinos em um sistema agrossilvipastoril com 250 árvores por hectare.

Fonte: Leite et al., 2010.

Recentemente na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças de Clima, realizada em Copenhague (COP 15), o governo brasileiro se comprometeu a reduzir as emissões de GEEs até 2020. Dentre as atividades mitigadoras o governo propôs implantar a iLPF em 4 milhões de ha, aumentar a área de plantio direto em pelo menos 8 milhões de ha, recuperar 15 milhões de ha de pastagens degradadas, reduzir 80% do desmatamento na Amazônia e 40% do desmatamento no Cerrado. Em todas essas práticas mitigadoras de GEEs a arborização de pastagem é uma alternativa em potencial. O que espera-se é maior incentivo à adoção dos sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris no país, através de políticas públicas de crédito, visando a efetivação destas tecnologias.

Por fim, conforme comentaram Leite et al. (2010), "devido à crescente restrição para acessar madeiras de florestas naturais, as áreas de floresta plantada existentes passarão a sofrer pressões de mercado, especialmente de preços que tenderão a aumentar, e mais madeira juvenil será processada para painéis reconstituídos' que vêm substituindo a madeira serrada na fabricação de móveis. Com isso, pouca quantidade de

² Painéis reconstituídos incluem: MDP (Medium Density Particleboard), MDF (Medium Density Fiberboard), OSB (Oriented Strand Board) e chapa de fibra.

árvores serão conduzidas para a indústria madeireira', o que provocará também aumento de preços, principalmente para produto de maior valor agregado (PMVA). Tanto móveis (de painéis reconstituídos como de madeira serrada), como PMVAs são produtos essencialmente imobilizadores de carbono. Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ÍLPF) poderão corroborar para menor pressão e regularização de oferta de produtos madeiráveis ao mesmo tempo em que promove a adequação ambiental da pecuária nacional ao constituir sistemas de produção capazes de neutralizar a emissão de metano pelo rebanho de ruminantes".

Considerações finais

A integração pastagem-gado-árvores será facilitada pela adequada distribuição espacial das árvores no terreno, fundamentalmente para que oportunize práticas de conservação do solo e água, favorecimento do trânsito de máquinas e equipamentos e a observância de aspectos comportamentais dos animais de rebanho (Porfirio-da-Silva, 2006b; Sharrow, 1998).

O arranjo espacial mais simples e eficaz é o de aléias, onde as árvores são plantadas em faixas (linhas simples ou linhas múltiplas) com espaçamentos amplos entre cada faixa. Essa forma pode ser ajustada de acordo com a prioridade de produtos e/ou serviços previamente estabelecidos.

Como as pastagens produzem bem em grandes espaços sem árvores, o agrupamento de árvores (bosquetes), o plantio de árvores em grandes espaçamentos quadrados (plantio reticulado ou em grade), ou linhas (renques) com grande espaço entre elas, podem proporcionar alta produção de forragem; muito embora a condução de rebanhos seja dificultada pelo padrão de distribuição em bosquetes e/ou em plantios reticulados. Isto acontece porque os animais tendem a manter uma distância entre si e entre o vaqueiro (distância de fuga). A condução de rebanhos é dificultada pela disposição das árvores em bosquetes e/ou em plantios reticulados (grade).

³ Indústria madeireira inclui: madeira serrada, laminação, faqueado e PMV A (piso, porta, janela, moldura, ferramentas, painel colado lateralmente (EGP - Edge Glued Panel) e outros.

A influência da distribuição espacial das árvores na produção das pastagens aumenta com o número de árvores por unidade de área e pelo crescimento (aumento de tamanho) de cada árvore, que vai reforçando a competição por luz.

O crescimento das árvores, no entanto, é pouco afetado pelo padrão de distribuição, desde que cada árvore tenha pelo menos um lado de sua copa que receba luz solar direta. No entanto, na fase de estabelecimento das árvores, as mudas não devem sofrer concorrência da pastagem, pois isto afeta sua sobrevivência e crescimento.

Com o crescimento das árvores, as interações irão tornando-se cada vez mais evidentes e serão percebidas como alterações ou resultados no sistema ou sobre a pastagem. Detalhes sobre o planejamento, a implantação e manejo do componente arbóreo madeireiro podem ser obtidos em Porfirio-da-Silva et al. (2009) e Porfirio-da-Silva (2006b).

Ademais, a arborização de pastagens, voltada para a produção animal agroecológica, deve pautar-se pelo aumento de benefícios para o agroecossistema criando *efeito de borda* capaz de promover *habitats* distintos para a propagação e proteção de uma gama de agentes naturais de controle biológico (Landis et al., 2000) ou mesmo "prestadores de serviço" para a pecuária a pasto (e.g.: besouros coprófagos); funcionar como zona de amortecimento aos sistemas naturais contra possíveis impactos negativos da atividade agropastoril (Scroth et al., 2004; Gliessman, 2001), ou ainda como conexão entre remanescentes florestais naturais mitigando o isolamento genético de populações naturais. Deste modo, as pastagens adequadamente arborizadas podem auferir o título de "sistema de produção favorecedor da biodiversidade".

Literatura citada

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas. Anuário Estatístico da ABRAF: ano base 2008. Brasília: ABRAF, 2009. 120p. Disponível em: <http://www.abraflo.org.br/estatisticas/ABRAF09-BR.pdf>. Acesso em 29 de setembro de 2009.

ANDERSON, L.S.; SINCLAIR, F.L. Ecological interactions in agroforestry systems. *Agroforestry Abstracts*, v.6, n.2, p.57-91 1993.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, O.B. Resultados preliminares de um estudo sobre arborização de pastagem com mudas de espera. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, n.181J 9, 1988.

BARIONI, L.G.; VIANA FILHO, A.; BALBINO, I.C et al. Produtividade animal em pastagens renovadas em solo arenoso de cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA

- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34.,1997. Juiz de Fora. Anais .. Juiz de Fora: SBZ, v.2, p.207-209, 1997.
- BRÁZ, S.P. Distribuição de fezes de bovinos e a reciclagem de nutrientes em pastagens de *Brachiaria decumbens*, 2001, 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 1. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 2. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2006.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 3. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008.
- CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, I.C. [Ed.]. Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. 413p.
- CARVALHO, M.M. Recuperação de pastagens degradadas. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1993. 51p. (EMBRAPA-CNPGL, DOCUMENTOS, 55).
- CARVALHO, M.M.; BOTREL, M.A. Arborização de pastagens: um caminho para a sustentabilidade de sistemas de produção animal a pasto. In: EVANGELISTA, A.R.; SILVEIRA, P.J.; ABREU, I.G. FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDENCIA, Lavras: UFLA, 2002, p.77-108.
- CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. Revista Brasileira de Zootecnia, v.28, n.5, p.919-927, 1999.
- CHANG, M. Y. Faxinais do Paraná. Londrina: IAPAR, 1985. 26p.
- CHINESE ACADEMY OF FORESTRY. *Paulownia* in China: cultivation and utilization. Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Centre, Singapore. 1986. 65p.
- D'AGOSTINI, L.R.; CUNHA, A.P.P. Ambiente. Rio de Janeiro: Garamond, Terra Mater, 2007, 188p.
- DANTAS, M. Aspectos ambientais dos sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. Anais, Colombo-PR: EMBRAPA-CNPGL, v.1, p.433-453, 1994.
- DERAMUS, H.A.; CLEMENT, T.e.; GIAMPOLA, D.D. et al. Methane emissions of beef cattle on forages: efficiency of grazing management systems. Journal of Environment Quality, n.32, p.269-277, 2003.
- DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S. et al. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. Ciência Rural [online], v.37, n.2, p.352-356, 2007.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT, 2010. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org/site1339/default.aspx> Acesso em: 10 de março de 2010.

- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of Food and Agriculture. Livestock in the balance, Roma: FAO, 2009a. 166p. Disponível em: <http://www.fao.org/ldocrep/012/i0680e/i0680e.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2010.
- FAO. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Roma: FAO, 2002. (Informe resumido).
- FERREIRA, L.e.B. Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. 88f.
- FERREIRA, E.; ROCHA, G.e.; BRAZ, S.P. et al. Modelos estatísticos para o estudo da distribuição de excretas de bovinos em pastagens tropicais e sua importância na sustentabilidade desses sistemas. Livestock Research for Rural Development, v.16, n.9. Disponível em <<http://www.Irrd.org/IrrdI6/9/ferri6066.htm>> Acesso em: 09 de abril de 2010.
- FIGUEIREDO, E.A.P. Pecuária agroecológica no Brasil. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.19, n.2, p.235-265, maio/ago, 2002.
- GAMA-RODRIGUES, A.e. Ciclagem de nutrientes em sistemas agro florestais na região tropical: funcionalidade e sustentabilidade. In: MÜLLER, M.W.; GAMA-RODRIGUES, A.e., BRANDÃO, I.e.F.L. et al. (Eds.) Sistemas Agroflorestais, Tendência da Agricultura Ecológica nos Trópicos: sustento da vida e sustento de vida. Ilhéus, BA: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira; Campo dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004. p.67-88.
- GARCIA, R.; COUTO, L. Silvopastoral systems: emergent technology of sustainability. In: GOMIDE, J.A. (Ed.) Simpósio Internacional de Produção Animal em Pastejo, 1., 1997, Viçosa. Anais ... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997, p.281-302.
- GLIESSMAN, S.R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2ª Ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2001. 653p.
- HARVEY, e.A.; TUCKER, N.I.J.; ESTRADA, A. Lives fences, isolated trees, and windbreaks: tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. In: SCHROTH, G. et al. [Ed.] Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes. Washington DC: Island Press, 2004. p.261-289.
- HA YNES, R.I.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and fertility in the grazed pasture ecosystem. Advances in Agronomy, v.49, p.119-199, 1993.
- HIRATA, M.; SATO, R.; OGURA, S. Effects of progressive grazing of a pasture on the spatial distributions of herbage mass and utilization by cattle: a preliminary study. Ecological Research, v.17, n.3, p.381-393, 2002. Disponível em <<http://www.springerlink.com/content/6pnhc2hy2jgguc7f/>> Acesso em: 02 de abril de 2010.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Brasil, Grandes Regiões e Unidades de Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 777p. Disponível em <http://ibge.gov.br/home/default.php> Acesso em 10 de fevereiro de 2010.

KRUSCHEWSKY, G.c. Distribuição espacial de fezes de bovinos em sistema silvipastoril e em convencional: estudo de caso no noroeste do Paraná. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. 91 f.

LANDIS, D.A.; WRATTEN, S.D.; GURR, G.M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, v.45. p.175-201, 2000. Disponível em <http://ricehoppers.net/wp-content/uploads/2010/03/landis-et-al-2000-arofe.pdf>. Acesso em: 11 de julho de 2010.

LASSEY, K.R. Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. *Agriculture and Forest Meteorology*, n.142, p.120-132, 2007.

LEITE, L.F.C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, A, V.; MADARI, B.E. et al. O potencial de seqüestro de carbono em sistemas de produção integrados: integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 12.,2010. Foz do Iguaçu. Anais ... Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2010. p.69-76.

LOURENÇO, AJ. Produção animal com leguminosas arbóreas/arbustivas. In: SIMPÓSIO SOBRE USOS MÚLTIPLOS DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS, 1., 1993. Nova Odessa. Anais ... Nova Odessa-SP: Instituto de Zootecnia, 1993. p.131-146.

MEDRADO, M.J.S. Estabelecimento de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE USOS MÚLTIPLOS DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS, 1., 1993. Nova Odessa. Anais ...Nova Odessa-SP: Instituto de Zootecnia, 1993. p.63-94.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Informações Gerais e Valores Preliminares, 2009. Disponível em <http://www.mct.gov.br>. Acesso em: 10 de março de 2010.

MONTEIRO, F.A; WERNER, J.c. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., Piracicaba, 1997. Anais ... Piracicaba: FEALQ, 1997. p.55-84.

NELSON, c.J.; MOSER, L.E. Plant factors affecting forage quality. In: FAHEY, G.c.; MOSER, L.E.; MERTENS, D.R. et al. (Eds.) Forage quality, evaluation and utilization. Lincoln: University ofNebraska, 1994. p.115-154.

NETO, F.B.; GOMES, E.G. Índices de desempenho de sistemas agrícolas consorciados: uso eficiente da terra, indicadores econômicos e eficiência DEA In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/bibliotecalenegep2008_TN_STO_074_524_1_0635.pdf>, Acesso em: 11 fev. 2010.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M. et al. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*; v.43, n.7, p.917-923, 2008.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.4, p.573-579, 2007.

PEREIRA, B.A.S. Plantas nativas do cerrado pastadas por bovinos na região geoeconômica do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS NATIVAS, 1., 1983. Olinda. Anais ... Olinda-PE: EMBRAP NINPA, 1983.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistemas silvipastoris para a produção de carne. In: PEDREIRÁ, C.G.S.; MOURA, J.c.; SILVA, S.C. et al. (Ed.). As pastagens e o meio ambiente. Piracicaba: FEALQ, 2006a. p.297-326.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Arborização de pastagens: I – Procedimentos para introdução de árvores em pastagens convencionais. Colombo: Embrapa Florestas, 2006b. 8p. (Série Comunicado Técnico, ISS).

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. A integração "lavoura-pecuária-floresta" como proposta de mudança no uso da terra. In: FERNANDES, E.N.; MARTINS, P.C.; MOREIRA, M.S.P. et al. (Ed.). Novos desafios para o leite no Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007a. p.197-210.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ecologia e manejo em sistema silvipastoril. In: FERNANDES, E.N. et al. (Ed.). Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007b. p.51-67.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F. et al. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48p. il.

RIECHMANN, J. Agricultura, ganadería y seguridad alimentaria: la necesidad de un giro hacia sistemas alimentarios sustentables. In: FÓRUM PER A LA SOSTENIBILITAT DE LES ILLES BALEARS, 4; JORNADA: SEGURETAT HUMANA<ALIMENTARIA Y ECOLOGICA, 1., 2002, Palma de Mallorca. Anais ... Madrid: Conselleria de Medi Ambient dei Govern de les Illes Balears, 2002. 1 CD-ROM.

ROSALES, M.M.; MURGUEITIO, E.; OSORIO, H. et al. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica (Conclusiones y evaluación de la conferencia electrónica) Disponível em <<http://lead.virtualcenter.org/es/ele/conferencial/rosale25.htm>> Acesso em 03de abril de 2006.

SANTOS, M.V.; MOTA, V.A.; TUFFI SANTOS, L.D. et al. Sistemas Agroflorestais: potencialidades para produção de forrageiras no norte de Minas Gerais. In: GERASEEV, t.c., OLIVEIRA, N.J.F.; CARNEIRO, A.C.B. et al. (Ed.). Recomendações técnicas para vencer o desafio nutricional no período da seca. UFMG: ICA, Montes Claros, 2008. p.99-109.

SCHROTH, G. et al. [Ed.] Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes. Washington DC: Island Press, 2004. 532p.

SHARROW, S.H. Designing silvopastures with animal in mind. *Temperate Agroforester*, July, p.4-5, 1998.

UNECE & FAO - United Nations Economic Commission for Europe/Food and Agriculture Organization of the United Nations. Forest Products Annual Market

Review, 2008-2009. Genebra: FAO, 2009. 188p. Disponível em: http://timber.unece.org/fileadmin/DAM/____publications/Final_FI'AMR2009.pdf Acesso em: 29 de set 2009.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service (FAS). Market and Trade Data: trade reports archives. Disponível em: http://www.fas.usda.gov/livestock_arc.asp Acesso em: 10 de março de 2010.

YOUNG, A. Agroforestry for soil conservation, 3ª ed. Nairobi: ICRAF, 1994. 276p.