

Sistemas silvipastoris- introduzindo árvores na atividade pecuária do Centro-Oeste brasileiro



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

**Ministério da Agricultura, Pecuária e
Abastecimento**

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio
Presidente

Clayton Campanhola
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Dietrich Gerhard Quast
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva

Clayton Campanhola
Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca
Herbert Cavalcante de Lima
Mariza Marilena T. Luz Barbosa
Diretores-Executivos

Embrapa Gado de Corte

Kepler Euclides Filho
Chefe-Geral



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-3747

Novembro, 2004

Documentos 146

Sistemas Silvopastoris – Introdução de Árvores na Pecuária do Centro-Oeste Brasileiro

Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Vanderley Porfírio da Silva
Luiz Roberto Lopes de S.Thiago
Miguel Marques Gontijo Neto
Valdemir Antônio Laura

Campo Grande, MS
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte

Rodovia BR 262 Km 4, CEP 79002-970 Campo Grande, MS

Caixa Postal 154

Fone: (67) 368 2064

Fax: (67) 368 2180

<http://www.cnpqg.embrapa.br>

E-mail: sac@cnpqg.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Ivo Martins Cezar*

Secretário-Executivo: *Mariana de Aragão Pereira*

Membros: *Antonio do Nascimento Rosa, Arnildo Pott, Cacilda Borges do Valle, Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima, Lúcia Gatto, Maria Antonia Martins de Ulhôa Cintra, Mariana de Aragão Pereira, Rodiney de Arruda Mauro, Tênisson Waldow de Souza*

Supervisor editorial: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

Revisor de texto: *Lúcia Helena Paula do Canto*

Normalização bibliográfica: *Maria Antonia M. de Ulhôa Cintra*

Fotos da capa: *Josimar Lima do Nascimento*

Capa: *Paulo Roberto Duarte Paes*

Editoração eletrônica: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

1ª edição

1ª impressão (2004): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Gado de Corte.

Sistemas silvipastoris – introdução de árvores na pecuária do Centro-Oeste brasileiro / Maria Luiza Franceschi Nicodemo ... [et al.]. -- Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2004.

37 p. ; 21 cm. -- (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1517-3747 ; 146)

ISBN 85-297-0182-8

1. Pecuária. 2. Sistema silvipastoril. 3. Região Centro-Oeste. 4. Brasil. I. Nicodemo, Maria Luiza Franceschi. II. Porfírio da Silva, V. III. Thiago, Luiz Roberto Lopes de S. IV. Gontijo Neto, Miguel Marques. V. Laura, Valdemir Antônio. VI. Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS). VII. Título. VIII. Série.

CDD 634.99 (21. ed.)

© Embrapa 2004

Autores

Maria Luiza Franceschi Nicodemo

Zootecnista, Ph.D., CRMV-MS Nº 100-Z, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, Km 4, Caixa Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS. Correio eletrônico: luiza@cnpqg.embrapa.br

Vanderley Porfírio da Silva

Engenheiro-Agrônomo, Ph.D., Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, Caixa Postal 319, 83411-000 Colombo, PR. Correio eletrônico: porfirio@cnpf.embrapa.br

Luiz Roberto Lopes de S.Thiago

Engenheiro-Agrônomo, Ph.D., CREA Nº 852/D-Visto 1.522/MS, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, Km 4, Caixa Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS. Correio eletrônico: thiago@cnpqg.embrapa.br

Miguel Marques Gontijo Neto

Engenheiro-Agrônomo, Ph.D., CREA Nº 52.722/MG, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, Km 4, Caixa Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS. Correio eletrônico: mgontijo@cnpqg.embrapa.br

Valdemir Antônio Laura

Engenheiro-Agrônomo, M.Sc., CREA-MS Nº 5.224/D,
Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, Km 4, Caixa
Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS. Correio
eletrônico: valdemir@cnpgc.embrapa.br

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Introdução	10
Considerações para a introdução de sistemas silvipastoris no Brasil Central	12
Modificações determinadas pela introdução de árvores em pastagens	14
Influência do microclima sobre os animais	14
Influência do microclima sobre forrageiras herbáceas	17
Efeitos do sombreamento sobre o valor nutricional das forrageiras herbáceas	19
Delineamento de sistemas silvipastoris	20
Introdução de árvores em pastagens	22
Uso de árvores e arbustos no forrageamento do rebanho	23
Associação de árvores forrageiras	26
Implantação e manejo de bancos de proteína	28
Considerações finais	29
Referências Bibliográficas	31



Sistemas Silvopastoris – Introdução de Árvores na Pecuária do Centro-Oeste Brasileiro

Maria Luiza Franceschi Nicodemo

Vanderley Porfirio da Silva

Luiz Roberto Lopes de S. Thiago

Miguel Marques Gontijo Neto

Valdemir Antônio Laura

Resumo

Sistemas silvipastoris – SSPs – combinam espécies lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras entre outros) ao sistema de produção animal, em alguma forma de arranjo temporal ou espacial. Os SSPs são ferramentas importantes do desenvolvimento sustentável, já que combinam produção com a conservação dos recursos naturais. Além de buscar atender a várias necessidades dos produtores rurais (alimento, madeira, lenha, forragem, plantas medicinais e fibras), podem auxiliar na conservação dos solos, recuperação de microbacias, recomposição ordenada de áreas florestais, e manutenção da biodiversidade, entre outros. A implantação e o manejo de SSPs são mais complexos que em sistemas pecuários convencionais, mas ainda assim, pode representar um significativo aporte de recursos, aumentando a resiliência dos sistemas de produção.

Termos para indexação: ambiente, bem-estar animal, forrageiras lenhosas, pecuária, sistemas agroflorestais.

Silvipastoral Systems – The Introduction of Trees on Animal Production in the Brazilian Savannahs

Abstract

Silvipastoral systems – SSPs – combine trees, shrubs or/and palm trees into the animal production systems, in different arrangements over time or area. Silvipastoral systems are important tools for sustainable development, combining productivity and natural resources conservation. It aims at attending the needs of the farmer (food, timber, fuel, forage, medicinal plants and fiber) and it can help soil conservation, watershed recuperation, ordered planting of forests, maintenance of biodiversity, and others. The establishment and management of silvipastoral systems is more complex than the traditional beef cattle production system, but SSPs can increase the resources available, therefore increasing the resilience of the production systems.

Index terms: agroforestry systems, environment, animal welfare, cattle husbandry, forage trees.

Introdução

A sustentabilidade dos sistemas ecológicos tem como suporte a biodiversidade, a ciclagem de nutrientes e o fluxo de energia. Dessa forma, para manter o solo produtivo, qualquer sistema deve incluir o maior número possível de espécies vegetais em um mesmo cultivo ou em sucessão, manter altos níveis de matéria orgânica com alta diversidade da vida no solo, e ser o mais eficiente possível na utilização de água, luz e nutrientes. A remoção da floresta ou qualquer outra vegetação natural inicia freqüentemente o processo de perda de matéria orgânica do solo. A atividade agrícola, com ênfase na monocultura, tem sido um fator de aceleração dessa degradação, que com o uso do fogo e superpastejo, inicia o processo de perda da estrutura do solo e voçorocamento (Franco et al., 2003).

Muitos problemas de mau uso da terra podem ser relacionados com a falta de árvores. Sua remoção tem efeitos óbvios sobre a degradação dos solos nos deslizamentos, erosões e nos processos de salinização (Fig. 1). Há também pressões crescentes da sociedade para a proteção das áreas remanescentes de Cerrados, consideradas *hotspots* de biodiversidade. *Hotspots* é um termo utilizado para designar uma área que contém 1.500 espécies de plantas endêmicas e que perdeu mais de 3/4 de sua vegetação original. Essas regiões, 25 ao todo, cobrem 1,4% da superfície da Terra, mas abrigam mais de 60% de toda a diversidade animal e vegetal terrestre (Pinto, 2002).

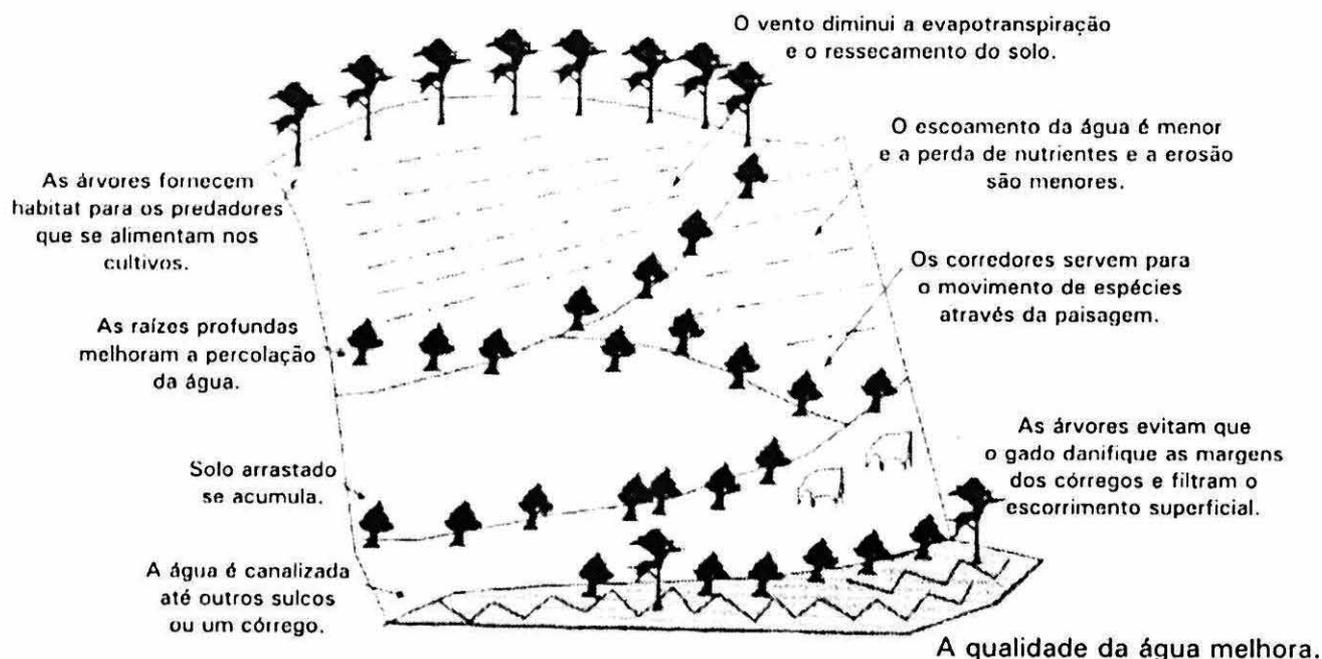


Fig. 1. Efeitos da introdução de árvores na dinâmica do agroecossistema.

Fonte: Altieri, 1989.

No Estado de Mato Grosso do Sul, dos quase 36 milhões de hectares, 63% são utilizados com pastagens e 16% estão com florestas e outros tipos de vegetação naturais. Diante da importância socioeconômica das cadeias produtivas da carne e do leite para a sociedade sul-mato-grossense e das divisas que proporcionam, o desafio é o seu desenvolvimento em bases sustentáveis e com justiça social (Silva, 2003).

As áreas de pastagem de Mato Grosso do Sul estão sob uma condição climática que determina estresse térmico calórico em graus mediano e severo para os animais sem proteção, no período de outubro até março, e estacionalidade de produção das forrageiras, com cerca de 70% na estação úmida e 30% na estação seca. Na metade sul do Estado, a ocorrência de geadas (embora de intensidade e frequência baixas) é um agravante para a estacionalidade de produção das forrageiras. Ambos os aspectos constituem um importante problema para a pecuária na região e têm reflexos no desempenho animal (Silva, 2003).

O clima impõe um certo grau de estresse aos animais, mensurável pelas disfunções na homeotermia, com reflexos negativos sobre a eficiência produtiva e/ou reprodutiva. Essa situação pode acarretar prejuízos, por exemplo, pelo decréscimo na produção de leite (Hafez, 1973; Hardy, 1981; Cameron et al., 1989; Naães, 1989; Müller, 1989). De todos os efeitos da presença de árvores em pastagens, e, portanto, sobre os animais que nela vivem, o mais importante para estes é, sem dúvida, a melhora no seu bem-estar (Silva, 2003).

O Centro-Oeste brasileiro apresenta grande potencial de aplicação de sistemas agroflorestais – SAFs –, e em especial de sistemas silvipastoris. Há enormes áreas de pastagens degradadas de criação extensiva, bacias leiteiras com problemas de forrageamento no inverno, possibilidade de aplicação de cercas vivas, banco de proteínas e árvores de sombra (Daniel et al., 2000). Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1997), citados por Silva (2003), demonstram que, em média, 29,7% dos estabelecimentos rurais do Estado apresentam renda monetária bruta negativa, o que pode ser um indício de que, entre outras causas, os atuais sistemas de uso das terras podem não estar conseguindo assegurar a capacidade produtiva dos recursos existentes.

Assim, a associação de árvores aos sistemas de produção agropecuários pode contribuir para reduzir os problemas que existem hoje no setor, com benefícios não apenas ao produtor rural, mas também para toda a comunidade do entorno.

Considerações para a introdução de sistemas silvipastoris no Brasil Central

Segundo previsão de organismos internacionais, o déficit mundial de madeira em 2010 se aproximará dos 500 milhões de metros cúbicos por ano. Isto certamente trará uma forte demanda ao setor florestal, principalmente dentro dos novos conceitos de crescimento sustentado. No Brasil, podemos citar a crescente demanda por madeira de pínus, espécie tradicionalmente consumida e cultivada em todo o Sul e parte do Sudeste. Segundo a Sociedade Brasileira de Silvicultura, a estimativa de crescimento é sair dos atuais 40 milhões de metros cúbicos para 80 milhões de metros cúbicos em 2020. Assinala-se que o balanço entre oferta e demanda de madeira de pínus já é deficitário (Paim, 2002).

As condições climáticas de praticamente todo o território nacional mostram elevado potencial natural para o desenvolvimento de atividades florestais, o oposto de países do extremo setentrional europeu, em que, apesar de contarem com florestas naturais densas exploradas racionalmente, a reposição de uma árvore dali extraída, por exemplo, a bétula, requer um período de pelo menos 50 anos para alcançar dimensões comerciais de corte. Em contraste, no Brasil é possível produzir mais de 40 metros cúbicos de madeira de eucalipto por hectare/ano após apenas sete anos de plantio. Assim, o país dispõe de extraordinário fator de competitividade. Paralelamente, observa-se que o setor florestal gera e mantém um grande volume de empregos permanentes (Paim, 2002).

No caso de pecuaristas que queiram implantar sistemas silvipastoris, pode-se estimar que pastagens com 200 árvores por hectare, manejadas para produzir madeira para serraria, poderia adicionar cerca de R\$ 300,00/ha/ano (Silva, 2001). A lucratividade de sistemas silvipastoris tem sido demonstrada por vários trabalhos, exemplificado pelo estudo conduzido por Marlats et al. (1995), citados por Silva (2003), que compararam monocultura de floresta, monocultura de pastagens e sistema silvipastoril com 250 e 416 árvores por hectare. Esse sistema apresentou as melhores taxas internas de retorno do investimento efetuado, superando a renda líquida obtida nas monoculturas.

O sucesso da disseminação e implantação de sistemas agroflorestais depende de uma série de fatores, entre eles tecnologia apropriada; disponibilidade de mudas de boa qualidade, viabilizada pela seleção de matrizes e implantação de viveiros;

e disseminação da informação e assistência técnica na implantação e desenvolvimento dos SAFs, onde a articulação dos sistemas de pesquisa e extensão é fundamental (Salam et al., 2000). Os aspectos a serem superados são principalmente a geração de novos conhecimentos de manejo e da alteração de paradigmas orientadores das ações de pessoas e instituições envolvidas com o setor.

A importância dos sistemas silvipastoris está clara, visto que promove o desenvolvimento sustentável, já que combinam produção (alimentos, madeira, lenha, forragem, plantas medicinais e fibras) com a conservação dos recursos naturais (solos, microbacias, áreas florestais, biodiversidade, entre outros), além de aumentar o potencial para o seqüestro de carbono, contribuindo para a estabilização do clima. Infelizmente, poucos trabalhos de pesquisa em sistemas agroflorestais foram realizados na região Centro-Oeste, ao contrário de outras regiões brasileiras, onde existem grupos de pesquisa bastante atuantes. O fortalecimento dos grupos de pesquisa em formação e intercâmbio de informações é fundamental para dar suporte ao estabelecimento de sistemas agroflorestais eficientes.

Apesar da importância ambiental, social e econômica dos plantios florestais e agroflorestais, essas atividades apresentam alto custo de implantação e manutenção, pois normalmente apresentam retornos financeiros mais significativos do sexto ao vigésimo quarto anos, quando são efetuados os corte finais das florestas. Um aspecto positivo da exploração de madeira na propriedade pecuária é a possibilidade de o usufruto ou o corte da madeira ser feito conforme a oportunidade da época, da rentabilidade da floresta e outros, de forma que a idade ótima de rotação, ou do desbaste, ou da talhadia, não seja necessariamente pré-determinada como na agricultura. Assim, os plantios florestais permitem flexibilidade nos corte de modo a maximizar os lucros (Graça et al., 2000).

Os sistemas silvipastoris devem ser delineados para minimizar os custos associados à implantação e manutenção das árvores; sistemas de manejo precisam ser desenvolvidos para que a competição entre forrageiras herbáceas e árvores por luz, água e nutrientes seja adequadamente conduzida e a associação de árvores e pastagem precisa ser dimensionada para tirar o melhor proveito da produção de carne e de produtos florestais (Montoya Vilcahuaman et al., 2000). Áreas consideradas impróprias para a agricultura ou pastagens em estágio inicial de degradação podem ser utilizadas e recuperadas por meio de sistemas

silvipastoris. Na região Amazônica, por exemplo, a combinação de cultura de milho, paricá (*Schizolobium amazonicum*) e *Brachiaria brizantha* para a recuperação de pastagens degradadas foi considerada viável, e a produção de milho nos três anos iniciais de estabelecimento do sistema reduziu os custos totais em 70% (Marques, 1990).

Para avaliar o valor biológico de um sistema agroflorestal é essencial conhecer os fatores ambientais limitantes e como eles interagem. Young (1994) comentou que as principais interações dos SAFs com os recursos ambientais referem-se ao microclima (luz, umidade do ar, temperatura e vento) e ao solo (fertilidade e erosão). A presença de árvores altera o balanço de radiação fotossinteticamente ativa e o comportamento de ventos na superfície da área (Monteith et al., 1991; Brenner, 1996; Ong et al., 1991; Bird et al., 1992; Gregory, 1995), influenciando a conversão dessa radiação pelo processo de fotossíntese (Ong et al. 1996). O efeito combinado dessas mudanças atua sobre o balanço de energia disponível para o meio, influenciando no uso de água pelas plantas, na produção destas e, também, sobre o componente animal.

Modificações determinadas pela introdução de árvores em pastagens

Várias modificações podem ocorrer em um campo de forrageiras herbáceas pela introdução de árvores no sistema, quer sejam pelo solo ou pelo microclima, e que serão traduzidas em interações entre os componentes do novo sistema. As interações que envolvem os componentes arbóreo e forrageiro herbáceo podem determinar o sucesso ou não do novo sistema. O conhecimento dos efeitos resultantes dos mecanismos utilizados pelos componentes para satisfazerem suas necessidades, explorando no mesmo espaço os recursos ambientais, torna-se importante para otimizar as interações visando, à produção do sistema e seu funcionamento global, capaz de promover a manutenção dos componentes (Silva, 2001).

Influência do microclima sobre os animais

Em sistemas silvipastoris, o padrão de sombreamento imposto pelos elementos arbóreos é importante não apenas para os componentes vegetais do sistema (Djimde et al., 1989; Sequeira & Gholz, 1991), mas, também, para os animais que por ele circulam, uma vez que estes têm vários aspectos de caráter

comportamental e metabólico relacionados com a quantidade de energia solar que recebem (Hafez, 1973; Encarnação & Koller, 1985; Müller, 1989; McArthur, 1991). As variáveis do componente climático, que estão ao redor do animal ou do rebanho, se traduzem pelas condições microclimáticas de temperatura e umidade do ar, velocidade de ventos e radiação solar. São essas variáveis que atuam sobre o animal, provocando reações em seu centro termorregulador, localizado no sistema nervoso central (Fig. 2).

Foto: Embrapa Gado de Corte - Jornalismo.



Fig. 2. Pastagem degradada, sem sombreamento.

Os animais, produtores de calor, têm sua adaptação e sobrevivência regidas por princípios físicos, os quais envolvem a troca de calor entre seu corpo e o meio ambiente que os rodeia, ou seja, por evaporação, condução, convecção e radiação. Os bovinos estão em conforto térmico quando a temperatura corporal se mantém com um mínimo de esforço do sistema termorregulador. Acima da zona de conforto (para bovinos indianos varia de 10°C a 26°C; para bovinos europeus, de 0,5°C a 15°C ou 20°C) há vasodilatação, suor e aumento dos

movimentos respiratórios. Índices têm sido desenvolvidos com o intuito de estimar o conforto térmico dos animais. O índice mais utilizado para avaliação de animais, especialmente de bovinos, tem sido o Índice de Temperatura-Umididade – THI – (Nãas, 1989; Barbosa & Silva, 1995) e o índice de Umidade-Termômetro de Globo – BGHI.

O gado bovino apresenta-se particularmente sensível às condições úmidas e quentes, portanto, o oferecimento de sombra pode melhorar sua tolerância e sua produção (Fig. 3a e 3b). Piquetes sombreados têm melhorado a eficiência da conversão de alimentos e sobrevivência do gado (Bird et al., 1992). Estudo sobre disponibilidade de sombra para vacas leiteiras da raça holandesa, na região de Santa Maria, RS, conduzido por Carvalho (1991), mostrou aumentos na produção do leite e do teor percentual de sólidos não gordurosos, concluindo ainda que os animais mais especializados e de primeiras lactações seriam os mais afetados pela condição desfavorável de ausência de sombra. Em pastagem sombreada por renques arbóreos, os índices THI e BGHI foram menores do que em uma condição de pastagem convencional (não arborizada), sugerindo melhores condições de conforto térmico em pastagem sombreada (Silva, 1998).



Fig. 3a. Sombra natural insuficiente.
Fonte: Costa, 2005.

Foto: Osni Corrêa de Souza, 2003.



Fig. 3b. Bovinos em pastagem sombreada.

Influência do microclima sobre forrageiras herbáceas

As pastagens plantadas a pleno sol, com uma única espécie, tendem a ter um dossel de menor rugosidade, o que pode favorecer a movimentação laminar da massa de ar e facilitar altas velocidades de vento. Para se obter um suprimento mais adequado de CO_2 para as pastagens é preciso, no entanto, que a movimentação do ar seja mais turbulenta (com velocidades de vento não sendo altas, nem baixas, nem constantes), de maneira a promover a difusão da concentração de CO_2 e quebrar gradientes térmicos. A atenuação da velocidade do vento, obtida pela presença organizada de árvores, pode implicar no incremento do rendimento das pastagens, basicamente por causa dos seguintes aspectos:

- economia de água (menor evaporação, tanto do solo como das plantas);
- ar com maior teor de umidade, fazendo com que as temperaturas diurnas e noturnas não oscilem muito rapidamente, evitando assim choques térmicos;
- otimização do suprimento de CO_2 ;

- diminuição dos danos físicos nas plantas que mantêm, então, maior área fotossintética ativa;
- condição microclimática favorável pela conservação, nos períodos frios, do calor do solo e do ar nas áreas protegidas, e por prevenir dos ventos quentes e secos nos períodos de verão.

A presença de um estrato arbóreo em pastagens pode constituir, também, uma forma de promover a manutenção de forragem verde no inverno (Silva, 1994). As árvores constituem uma barreira contra perdas de radiação de ondas longas durante a noite, impedindo a formação de geadas de radiação (geada branca) e os ventos gélidos e dessecantes (geada negra). Essa proteção resulta, em termos práticos, em pastagens verdes sob árvores durante o inverno. Silva et al. (1998) registraram, nas condições do noroeste paranaense, temperaturas do ar mais elevadas em até 2°C na posição sob as copas de renques arbóreos em noite de inverno, e os valores de temperatura do ar atingiram até 8°C de diferença entre as posições sombreadas e ensolaradas. Desta forma, as árvores contribuem para a conservação de calor do solo e do ar, ao proteger a área da ação dos ventos que arrastariam a umidade do ar (Gregory, 1995).

O pasto pode ter seu crescimento comprometido pelo vento por causa dos danos físicos causados pela agitação mecânica. Sob ventos fortes, as folhas das pastagens batem e friccionam ao mesmo tempo, dobram-se, e freqüentemente, sofrem rotação sobre o eixo longitudinal de suas hastes. Tais movimentos podem produzir fraturas permanentes, murchamento, dessecação, cloroses e necrose da ponta das folhas (queima pelo vento). Em certas instâncias, as plantas podem recuperar-se; em outras, elas podem ficar suscetíveis a uma infecção. As espécies forrageiras diferem em sua resistência ao dano físico por ventos e à redução de sua capacidade fotossintética induzida pelo vento. Para a maioria das plantas forrageiras, ventos acima de 6 m.s⁻¹ (21,6 km/hora⁻¹) são potencialmente danosos (Marshall, 1967 - citado por Gregory, 1995). Fisiologicamente, a agitação física das folhas induz o fechamento dos estômatos, além de reduzir a expansão celular; se a agitação persistir, pode reduzir totalmente o suprimento de CO₂ e a fotossíntese líquida (Grace & Thompson, 1973).

Em uma comparação entre pastagem não arborizada e um sistema silvipastoril com árvores dispostas em renques curvilíneos, Silva et al. (1998) registraram que a velocidade média dos ventos no sistema silvipastoril foram menores em 26% e 61%, para um dia de inverno e um dia de verão, respectivamente. Os

valores nominais de velocidade dos ventos registrados no sistema silvipastoril aproximavam-se muito dos valores que outros autores consideram convenientes para a maioria das culturas (1,4 a 1,6 m.s⁻¹, segundo Ometto & Caramori, 1981) e para a criação de animais ruminantes (1,4 a 2,2 m.s⁻¹, Naães, 1989).

Efeitos do sombreamento sobre o valor nutricional das forrageiras herbáceas

Algumas das gramíneas mais usadas para a formação de pastagens no Brasil, como *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* e cultivares de *Panicum maximum*, são tolerantes ao sombreamento (Carvalho et al., 2001). Sob sombra moderada, o crescimento de gramíneas tolerantes pode ser maior que a pleno sol. Postula-se que a umidade mais elevada associada a temperaturas mais amenas favoreça a mineralização do nitrogênio, pois aumenta sua disponibilidade no solo e contribui para um melhor desempenho das pastagens. A capacidade de regeneração da folha e máxima interceptação da radiação são os fatores mais críticos para a produção e persistência das forrageiras. A redução da luminosidade é mais crítica para plantas jovens. O efeito da sombra sobre as características morfológicas e produção de matéria seca das espécies forrageiras tropicais foi bastante estudado, mas relativamente pouca coisa existe a respeito dos efeitos sobre o valor nutricional, e os resultados são, às vezes, conflitantes (Garcia & Couto, 1997).

Diante do exposto, percebe-se como a sombra criada pela árvore modifica o microclima e afeta a quantidade e qualidade da forragem produzida. Comparando-se com o ambiente de pastagens desprotegidas, o microclima modificado entre as árvores pode reduzir a velocidade dos ventos, a radiação solar, baixar a relação de radiação vermelha:infravermelha, criar um regime de temperatura ameno, maior umidade, mais baixas taxas de evapotranspiração e maiores níveis de umidade no solo.

Fatores ambientais assim modificados têm um efeito significativo sobre a qualidade da forragem, já que digestibilidade da matéria seca e conteúdo de nutrientes são determinados pela morfologia, anatomia e composição química da forrageira. Sob sombra, a proporção de mesofilo, mais facilmente digestível, é maior em relação à epiderme, menos digestível. As gramíneas produzidas em ambientes sombreados mostram geralmente maior teor de proteína bruta, maior teor de nitrogênio não protéico, cutículas mais finas, lâminas mais largas, alongação estimulada e desenvolvimento vascular diminuído. Entretanto, à

medida que o nível de sombra aumenta, a concentração de carboidratos solúveis na planta diminui e pode haver um declínio concomitante de conteúdo de parede celular. Existem informações contraditórias, com relatos de queda no teor de polissacarídeos de parede celular e teor de fibra bruta e maior digestibilidade em plantas sombreadas, em relação às produzidas ao sol. Dados de pesquisa mostraram que a produção, conteúdo de fibras e de proteína da forrageira podem ser mantidos sob sombra, desde que selecionadas as espécies adequadas (Lin et al., 2001).

Muitos estudos encontraram um efeito positivo do sombreamento sobre a concentração de minerais na planta, que foi relacionada com a sua menor taxa de crescimento (Garcia & Couto, 1997). O componente arbóreo pode também propiciar maior aporte de minerais pela maior reciclagem de nutrientes.

Delineamento de sistemas silvipastoris

Além da seleção e utilização de espécies forrageiras tolerantes ao sombreamento, é possível manipular a intensidade de radiação solar no sistema silvipastoril por meio da escolha das espécies, densidade e disposição das árvores em relação ao sol e ao relevo, bem como com técnicas silviculturais de manejo de copas das árvores. A escolha de espécies adequadas à região e ao propósito que se deseja é fundamental para o sucesso dos sistemas agroflorestais.

No Brasil, sistemas silvipastoris foram inicialmente delineados para permitir melhor aproveitamento da área e controle de plantas herbáceas sob plantações comerciais de eucalipto e pinheiros. Pesquisas mostraram que a utilização de bovinos e/ou ovinos em plantações de eucalipto não reduziu o crescimento/sobrevivência das árvores e reduziu o risco de incêndios e a necessidade de capinas, o custo de manutenção das árvores também foi reduzido em 52%-93%. A venda de bovinos prevê também ganhos adicionais em tempo menor, considerando-se que uma floresta traria retornos geralmente a partir do sexto ano, dependendo da espécie. Na região Sul do Brasil, nos sistemas silvipastoris, as companhias madeireiras usam espécies de pinheiros, eucalipto, erva-mate e bracatinga como componentes arbóreos (Garcia & Couto, 1997). Para a região Centro-Oeste, existe uma grande variedade de espécies florestais nativas com potencial de utilização em sistemas agroflorestais (Pott & Pott, 2003). Dentre

elas, destacam-se as leguminosas, como cumbaru (*Dipteryx alata*), jatobá (*Hymenaea stignocarpa*) e vinhático (*Plathymenia reticulata*).

As características desejáveis nas árvores usadas em SAFs seriam fuste alto, copas pouco densas, crescimento rápido, capacidade de fornecer nitrogênio e nutrientes à pastagem, adaptação ao ambiente e tolerância à seca, ausência de efeitos tóxicos sobre os animais, capacidade de fornecer sombra e abrigo, bem como controle da erosão (Carvalho et al., 2001). Neste sentido, modelos agroflorestais que utilizam espécies de valor comercial, com rápido crescimento e que possuam capacidade de obter nitrogênio do ar e simbiose com fungos micorrízicos, parecem ser os mais indicados, por apresentarem funções produtiva e protetora. Dentre as funções protetoras podem ser destacados o controle da erosão, a estabilidade de taludes, quebra-ventos e o aumento no estoque e qualidade da água (Franco et al., 2003).

As leguminosas fixadoras de nitrogênio fornecem material formador de serrapilheira rico em N, que melhora a fertilidade do solo, reduz a erosão, previne a infestação de ervas daninhas e serve de substrato para melhorar a estruturação e as propriedades biológicas do solo. Além de fixar grandes quantidades de N e contribuir com aporte elevado de biomassa ao solo, essas espécies podem contribuir para a reciclagem de nutrientes de modo efetivo, uma vez que a qualidade do material aportado é geralmente superior àquela oriunda de espécies não leguminosas (Franco et al., 2003). O plantio de espécies nativas em conjunto minimiza o ataque por pragas.

Cuidados com a densidade de árvores são fundamentais para evitar o sombreamento excessivo. A densidade desejável pode variar em função das espécies utilizadas e das condições locais (clima, solo e outros). Nelder (1962) propôs um delineamento sistemático em “rodas de competição” para o estudo de um grande número de densidades populacionais em uma área experimental muito menor que a necessária em delineamentos convencionais. Cameron et al. (1989), utilizando o delineamento proposto por Nelder, testaram densidades de plantio de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) associado com pastagem predominantemente de setária (*Setaria sphacelata* cv. Nandi), variando de 42 a 3.580 árvores/ha. Com 1,5 ano de estabelecimento, a produção máxima de biomassa arbórea foi obtida com a densidade de 3.580 árvores/ha, mas caindo com o tempo, alcançando uma densidade ideal de 82 árvores/ha aos 4,6 anos. Esses autores também observaram queda na produção da pastagem em função da densidade e

idade de estabelecimento, variando de 1.000 árvores/ha com 1,5 ano, caindo para 300 árvores/ha aos 3,5 anos. Assim, para otimizar a produção das duas, deve-se incluir um manejo de raleamento, para manter um balanço ótimo entre os componentes do sistema silvipastoril.

A disposição das árvores em relação aos pontos cardeais e sob influência do relevo é uma outra forma de se interferir na luminosidade. Nesse sentido, a disposição das árvores no sentido leste-oeste pode aumentar a incidência de luz sobre o pasto. Kohli (2001) estudou um sistema de arroz e eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*) plantado segundo o diagrama de Nelder com ângulos de 25° entre árvores de fileiras adjacentes. As fileiras foram numeradas no sentido horário, começando da fileira orientada a 0°, correspondendo ao norte. Esses autores observaram que a porcentagem de panículas efetivamente cheias de grãos e a produção de grãos foram, respectivamente, 96% e 6 t/ha nas parcelas alocadas entre 48° e 72° e de 57% e 4,8 t/ha nas parcelas entre 192° e 216°. No entanto, o arroz, embora seja capaz de ajustar seu comportamento fotossintético em resposta à sombra, não é uma planta perene.

Assim, suas modificações fotomorfogenéticas podem ser menos evidentes do que em pastagens perenes. Essas modificações ocorrem em resposta às condições médias de radiação solar durante o seu período de crescimento (Larcher, 1986), quando os órgãos de assimilação estão sendo formados, modificando assim a estrutura da planta, a estrutura celular e atividade bioquímica, tornando a planta mais apta para utilizar o ambiente. Assim, em uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, arborizada com eucalipto (*Corymbia citriodora* (ex. *Eucalyptus citriodora*)) plantada em renques, Rakocevic & Ribaski (2003) não verificaram diferença ($P < 0,05$) na produção de matéria seca produzida pela pastagem na posição entre dois renques orientados no sentido norte-sul (N-S) ou leste-oeste (L-O). Entretanto, observaram que quando não havia estresse hídrico, a orientação N-S dos renques havia permitido maior ($P < 0,05$) teor de proteína bruta na forragem do que na orientação L-O. Eles também observaram que nas proximidades dos renques a produção de biomassa forrageira foi reduzida, porém com elevado teor de N foliar.

Introdução de árvores em pastagens

No Brasil, o reconhecimento do valor potencial dos sistemas silvipastoris está em crescimento, mas a utilização desses sistemas ainda é muito baixa, e depen-

de da geração de maior volume de informações e da divulgação dos seus benefícios econômicos e ambientais (Castro & Carvalho, 1999).

A aparente complexidade no estabelecimento e manejo dos sistemas não pode ser negligenciada (Garcia & Couto, 1997) e a pesquisa pode auxiliar a entender melhor as interações entre os fatores e a caracterizar as necessidades dos componentes do sistema. Uma das dificuldades para a introdução de árvores em pastagens é o dano provocado pelo animal em pastejo às mudas, quer seja por pisoteio ou mordiscamento, quando não há barreiras físicas de proteção a elas. Diferentes formas de proteção de mudas têm sido utilizadas, incluindo estacas com espiral de arame farpado, cercas de bambu e cerca elétrica. O plantio de árvores com culturas anuais até que seu estabelecimento esteja garantido, quando então a pastagem é formada, é uma prática economicamente viável. Uma alternativa seria a utilização de árvores de baixa palatabilidade, por causa da concentração de compostos fenólicos ou que tenham espinhos/acúleos. Dados de pesquisa mostraram taxa de sobrevivência de algumas espécies (jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), jurema-branca (*M. artemisiana*), acácia (*Acacia holosericea*)) superior a 90% após três anos de implantação (Dias, s/d, citado por Franco et al., 2003). Repelentes podem vir a ser uma outra opção, com limitações para uso em áreas extensas, por causa do custo das aplicações periódicas, mas com potencial para áreas menores, como assentamentos e propriedades leiteiras. Um repelente comercial à base de benzoato de denatônio (*TreeGuard = produto comercial*) foi testado no estabelecimento de árvores em sistemas silvipastoris, mas apresentou baixo desempenho (Lehmkuhler et al., 2003). Entre os repelentes orgânicos e naturais, destacam-se fezes bovinas, alternativa testada na Costa Rica (Barrios et al., 2004), e sangue seco diluído, utilizado para proteção das árvores contra veados em países temperados (Pest Management Regulatory Agency. Health Canada, 2003).

Uso de árvores e arbustos no forrageamento do rebanho

O alto custo de suplementos para ruminantes, especialmente da proteína, e a menor eficiência no seu uso em relação aos monogástricos são problemas que têm direcionado a pesquisa para fontes de proteína não convencionais (Baumer, 1991). Árvores e arbustos forrageiros (Fig. 4a, 4b, 4c) representam uma enorme fonte potencial de proteína para os ruminantes nos trópicos, principal-

mente considerando-se que em sistemas silvipastoris a produção total de biomassa é maior que em monocultivos. Isso porque ocorre um melhor aproveitamento do espaço vertical, tanto aéreo como subterrâneo, que pressupõe uma maior captura de nutrientes e energia (Benavides, 1998), levando ao melhor aproveitamento e integração de uso dos recursos das propriedades. Em algumas regiões, a necessidade de aumentar a oferta de alimento e conceber sistemas sustentáveis de produção levou ao desenvolvimento de sistemas de forrageamento em três estratos. Esse sistema envolve gramíneas e leguminosas rasteiras no estrato mais baixo, leguminosas arbustivas no segundo estrato e árvores forrageiras no terceiro. A inclusão de *Stylosanthes*, *Centrosema*, *Acacia*, *Gliricidia* e *Leucaena* aumentou a oferta de forragem e permitiu aumentar as taxas de lotação e ganhos de peso vivo de 2,1 UA e 122 kg/ha/ano para 3,2 UA e 375 kg/ha/ano, além de aumentar a produção de lenha e reduzir a erosão do solo (Devendra, 1991).

Em países da América Central é comum a utilização da ramagem das árvores existentes para forrageamento do gado. As árvores podem estar presentes nas propriedades rurais em diferentes tipos de combinações, incluindo bancos forrageiros, cercas e mourões vivos, em faixas associadas ao plantio de culturas e de pastagens ou dispersas nas pastagens. Mourões vivos são usados tradicionalmente na Costa Rica e outros países da América Central. Esses mourões devem sofrer podas periódicas, e as folhas, flores e frutos de várias dessas árvores são importantes forrageiras para animais (Budowski & Russo, 1993).

A utilização de forragens arbóreas na alimentação de bovinos é mais importante para os produtores com menor renda. Em um estudo realizado em quatro municípios de Boaco (Nicarágua), verificou-se que cerca de 47% dos produtores coletavam e preparavam a folhagem de árvores para ser oferecida ao rebanho (na base de 4 - 5 kg/animal/dia), especialmente para as vacas paridas no período de seca. Outros 17% coletavam ou compravam frutos, que eram oferecidos triturados para o rebanho. Trinta espécies diferentes de árvores são utilizadas para esse propósito, muitas vezes combinadas entre si. As árvores têm funções múltiplas nesses sistemas, e também para produção de lenha, frutos para consumo humano, madeira, produtos medicinais, mourões vivos e sombra. Os produtores apontam como a principal desvantagem, no uso desses recursos forrageiros, a necessidade de mão-de-obra para realizar a colheita, preparo e distribuição do material, mas que, ainda assim, essa técnica traz resultados compensadores, principalmente na época de seca (Cameron et al., 2001), com

uma redução no número de animais doentes, na incidência de enfermidades e menor mortalidade, bem como manutenção da produção de leite (Zamora et al., 2001). É durante a seca que as pastagens tropicais apresentam baixo valor alimentar, com teores de proteína bruta abaixo de 7%, resultando em baixa degradação da fibra no rúmen e conseqüente baixo consumo de matéria seca. É exatamente nessa época do ano que árvores e arbustos forrageiros como *Calliandra*, *Erythrina*, *Leucaena* e guandu (*Cajanus cajan*) apresentam teores de proteína bruta bastantes elevados, da ordem de 22% a 26%. Outras plantas lenhosas utilizadas, como *Ficus*, *Acacia*, *Gliricidia*, *Prosopis* e jaca (*Artocarpus heterophyllus*), têm valores médios de proteína entre 14% e 15%. Esse sistema de produção animal já é amplamente utilizado em propriedades rurais na Ásia, destacando-se *Acacia* (*A. catechu*, *A. nilotica*, *A. sieberiana*), mandioca (*Manihot esculenta*), caliandra (*Calliandra calothyrsus*), eritrina (*Erythrina variegata*), figueiras (*F. exasperata*, *F. benghalensis*, *F. religiosa*), *Gliricidia*, jaca (*Artocarpus heterophyllus*), *Albizia lebbbeck*, *Leucaena*, *Prosopis* (algaroba - *Prosopis juliflora*, *P. glandulosa*), guandu (*Cajanus cajan*), *Sesbania* (*S. grandiflora*, *S. sesban*) e tamarindo (*Tamarindus indica*) (Devendra, 1991).

Existem situações onde a pressão populacional faz com que qualquer recurso alimentar disponível seja totalmente utilizado, por exemplo, no Oeste de Java, onde o uso de forrageiras lenhosas com palha de arroz é prática generalizada. Outros exemplos de países onde há utilização maciça de árvores para forrageamento do rebanho leiteiro são: Belize (63% dos 40 pecuaristas estudados) e Jamaica (70% dos produtores de leite). Em Belize, observou-se que, nas propriedades com sistemas agroflorestais, os rebanhos produziram 50% mais leite/ha/ano (705 kg *versus* 359 kg) e 8% mais leite/vaca/dia (5,45 kg *versus* 5 kg) que propriedades tradicionais. Apesar do custo da mão-de-obra ser em média 44% maiores nos sistemas agroflorestais, os ingressos financeiros com a venda de leite por unidade de área foram compensadores. Ainda há retorno extra da comercialização de árvores para madeira e a negociação potencial de serviços ambientais (Alonzo et al., 2001).

Em regiões de clima árido ou semi-árido, como Norte do Paquistão, Índia e China, espécies forrageiras lenhosas têm um grande potencial para alimentação animal e produção de madeira, mas seu estabelecimento e crescimento são mais lentos. Já em climas úmidos, árvores de crescimento vigoroso, como *Leucaena*, *Gliricidia*, *Sesbania* e *Erythrina*, são mais populares. Entretanto, *Gliricidia* tende a perder as folhas na estação seca (tem sistema radicular superficial) (Gutteridge &

Shelton, 1994) e *Leucaena* pode ser atacada severamente por psilídeos (Devendra, 1991).

Na América Latina, leguminosas lenhosas, incluindo *Erythrina* spp. e *Gliricidia sepium* são utilizadas com freqüência como mourões vivos, que também podem ser manejados para fornecer forrageira de alta qualidade. Camero et al. (2001) observaram maiores produções de leite com vacas consumindo feno de jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e 18% de ramos de *Erythrina poeppigiana* ou *Gliricidia sepium*, do que quando receberam uréia (7,3 e 7,4 versus 6,7 kg leite/vaca/dia), usando dietas isoprotéicas e isocalóricas. A vantagem observada com as leguminosas forrageiras, possivelmente, está associada com a maior oferta no rúmen de ácidos graxos de cadeia ramificada, betaglucano e peptídeos, estimulando a atividade microbiana e a eficiência alimentar (Camero et al., 2001). Na literatura existem inúmeros outros relatos de desempenhos bioeconômicos positivos de suplementação de bovinos com leguminosas forrageiras. Vargas (1987) citado por Kass et al. (1991) observou um aumento de 24% no ganho de peso de novilhos em pastejo com a suplementação de *Erythrina coccleata* (398 g/d versus 524 g/d); o Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE – (1995) relatou aumento de 16% a 20% no ganho de peso de bovinos em pasto de baixa qualidade, quando estes tiveram acesso de duas horas diárias a um banco de proteína formado com *Erythrina beteroana*; Tobon (1988), citado por Kass et al. (1991), constatou que vacas leiteiras, em pastejo e recebendo melação (1 kg/cabeça/dia), aumentaram a produção de leite de 8,7 kg para 9,5 kg/cabeça/dia, quando a oferta de *Erythrina poeppigiana* aumentou de 0,19% para 0,53% do peso vivo.

Uma compilação do CATIE de resultados de pesquisa com vacas leiteiras em pastejo sob condições de terras baixas de trópico úmido indicou que o uso de *Erythrina poeppigiana* teve efeitos indiretos importantes, em termos de aumento na capacidade de suporte e aumento na reciclagem de nutrientes. Nos sistemas de trópico subúmido, a suplementação de forrageiras de baixa qualidade com folhagem de leguminosas parece ser uma alternativa atraente para melhorar o desempenho animal (Baumer, 1991).

Associação de árvores forrageiras

Existem mais de 1.200 classes de compostos químicos do metabolismo secundário das plantas. Os taninos são os compostos mais comuns, e suas consequências sobre a alimentação animal são variáveis. Têm a propensão de formar

complexos químicos com proteínas e com polissacarídeos, ácidos nucléicos, esteróides, alcalóides e saponinas (Chen et al., 1991). Taninos podem aumentar a proteína sobrepassante, reduzindo a oferta de nitrogênio no rúmen, ou reduzir a palatabilidade e consumo. Portanto, a interpretação do valor nutricional de árvores forrageiras depende de informações sobre a natureza e ação dos taninos, bem como outros compostos secundários e toxinas, que podem interferir nos resultados de análises de rotina feitas para estimar seu valor nutricional. Isto dificulta obter informações sobre o valor alimentar dessas forrageiras, mas, como sugere Baumer (1991), o indicador definitivo de valor nutricional é a medida da resposta animal. Por isso, recomenda-se que a inclusão de folhas de árvores forrageiras na dieta não ultrapasse 30%, e, para algumas espécies, reduzir até para 15%. Curiosamente, nessa mesma revisão (Devendra, 1991), recomenda-se, para melhores resultados, a suplementação de 30% a 50% da matéria seca da dieta (de 0,9% a 1,5% do peso vivo) com lenhosas forrageiras. Para espécies forrageiras que não têm tanino, como *Albizia lebbek*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Albizia saman* e *Sesbania* spp., as proteínas componentes, normalmente, apresentam boa solubilidade ruminal, liberando rapidamente amônia no rúmen. Nessa situação, a disponibilidade de energia é essencial para maximizar a síntese protéica e reduzir perdas. Já para as espécies que contêm algum tanino, a disponibilidade de nitrogênio para as bactérias ruminais pode estar deficiente (Gutteridge & Shelton, 1994), e a complementação da dieta com fontes protéicas mais solúveis vai melhorar o desempenho animal. Diante dessa situação, a diversificação de espécies forrageiras é vista como uma ferramenta de segurança, pois a diversidade de espécies na dieta de um animal potencializa a utilização dos componentes da dieta, via um metabolismo mais eficiente, ou melhora na palatabilidade e consumo (Chen et al., 1991), podendo, inclusive, reduzir possíveis efeitos tóxicos de uma determinada forrageira. Um outro aspecto é que, em situações adversas (clima, pragas e doenças), a uniformidade pode levar ao fracasso total de um cultivo, enquanto que o uso de uma combinação de diferentes espécies aumenta a probabilidade de sobrevivência. A magnitude dos efeitos associativos na digestibilidade *in vitro* de folhas de diversas árvores testadas mostrou variações da ordem de 4,4% a 18,1% (Chen et al., 1991). Outros trabalhos, citados por esses autores, evidenciaram o efeito positivo da diversidade de espécies na dieta de ruminantes: Nitis et al. (1990), em que o consumo de *Gliricidia* aumentou de 1,7%-2,2% do peso vivo para 3% do peso vivo, quando os bovinos passaram a receber, também, 40% de folhas de uma outra leguminosa; Phiri et al. (1992) mostraram que a oferta de *Leucaena leucocephala*:*Calliandra calothyrsus* (1:1) permitiu um ganho de peso,

em cabras leiteiras, superior ao alcançado com a oferta exclusiva de *Calliandra* (22,6 versus 19 g/d) para um mesmo consumo de matéria seca (315-317 g/d); Bosman et al. (1995) observaram um efeito similar com *Gliricidia* (*Leucaena leucocephala:Gliricidia sepium*), quando comparada apenas com *Gliricidia*, resultando em um aumento na digestibilidade (10 versus 3,6%) e no ganho de peso de cabras (8,2 g/kg^{0,75}/dia versus 2 g/kg^{0,75}/d).

Implantação e manejo de bancos de proteína

A escolha das espécies para o banco de proteínas deve levar em conta, em primeiro lugar, a adaptação às condições edafoclimáticas locais, a disponibilidade de sementes, facilidade de estabelecimento, boa capacidade de competição, produtividade e persistência (em sistemas de baixa alocação de insumos). Além disso, devem-se selecionar plantas de bom valor nutricional e palatabilidade aceitável (Devendra, 1991). Solos em regiões tropicais e subtropicais estão freqüentemente associados com baixo conteúdo de minerais, tais como N, P, S, K, Ca, Mg, Cu, Mo e B e alta saturação de alumínio, condições restritivas ao crescimento radicular. Um exemplo é *Leucaena*, que cresce melhor em solos argilosos, alcalinos e calcários, e tem baixo desempenho em solos ácidos, saturados em alumínio e manganês (Devendra, 1991).

Uma prática agronômica que afeta a produção de forragem é a densidade de plantio das árvores. Quanto maior a densidade, maior tende a ser a produção/ha, mas a produção individual decresce. A maior densidade de plantas reduz a competição de invasoras, além de reduzir o diâmetro das hastes. Há grande variação na densidade ótima de plantio (de 1 a 15 plantas/m²) e a maior disponibilidade de água permite maior adensamento (Devendra, 1991).

A intensidade e freqüência de corte afetam a produção total de forragem e as plantas respondem de forma diferenciada, provavelmente, por causa da distribuição e número de gemas meristemáticas. A rebrota depois do corte depende da área foliar residual e das reservas das raízes e caules, e a importância relativa desses fatores merece ser mais estudada (Stur et al., 1994). Pastoreios ou cortes freqüentes estão associados à severa redução na biomassa radicular dos pastos, arbustos e árvores, com conseqüências sobre a produtividade (Humphreys, 1991, citado por CATIE, 1995). Ao se controlar o resíduo de massa foliar após o corte, espera-se reduzir o intervalo entre cortes, aumentar a produção anual e, acima de tudo, alongar a vida útil da planta. Entretanto, a freqüência entre cortes tem efeito importante sobre a relação folha:haste, sendo

maior com intervalos mais curtos entre cortes. Variações na fração de folhas de 31% aos 120 dias para 71% aos 30 dias foram relatadas (Devendra, 1991), com conseqüências sobre o valor nutricional. Portanto, deve-se procurar o equilíbrio entre a qualidade da massa produzida e a longevidade da planta. Intervalos de corte geralmente usados estão entre dois e quatro meses. No caso de *Erythrina berteroana*, submetida a cortes a cada três meses, mostrou um declínio na produção de matéria seca comestível, de mais de 40% entre junho/1992 (3.942 kg/ha) e dezembro/1993 (1.931 kg/ha), mas quando o intervalo entre cortes passou para quatro meses, as plantas se recuperaram e a produção de matéria seca comestível permaneceu acima de 4.000 kg/ha (CATIE, 1995). Também para *Leucaena* spp. foram observadas altas diferenças na produção de massa comestível com altura de corte (intensidade) entre 1-3 m e freqüência de corte entre 60-90 dias, mas é necessário considerar, também, a variação qualitativa desse material. Deve-se lembrar que a altura de corte pode afetar a produção pós-corte das espécies forrageiras, e isto pode complicar sistemas de manejo conjunto para várias espécies. Uma forma de contornar esse problema seria a colheita de cada espécie individualmente, respeitando-se o intervalo ou a altura de corte, em função de cada espécie. Os critérios para o manejo dos cortes poderiam ser baseados em quantidades específicas de área residual de haste e folha ao invés de uma altura fixa de corte. Até que se conheça o manejo de corte ótimo para cada espécie, as decisões se baseiam em cronogramas até certo ponto inflexíveis ou empíricos (Stur et al., 1994). Ressalta-se que permitir uma boa implantação da árvore antes do primeiro corte é uma prática recomendada para garantir a produtividade (Stur et al., 1994).

Considerações finais

A produção animal nos trópicos enfrenta novos desafios, com a busca do equilíbrio entre a segurança alimentar, a conservação do meio ambiente e o bem-estar social. Sistemas produtivos baseados na combinação de forrageiras arbóreas podem contribuir para aumentar a eficiência de manejo e o uso dos recursos naturais, bem como na sustentabilidade de propriedades rurais, em especial, as pequenas.

A pecuária da região Centro-Oeste do Brasil, calcada em produção em pasto e grandes dimensões de área, tem ainda um problema sanitário, como a aftosa e de certificação de origem, que necessita ser equacionado. Não obstante, o avanço nesses dois aspectos permanece ainda a imagem da pecuária ligada à degradação

ambiental. Aproximadamente, 50% das áreas de pastagens existentes estão degradadas ou em degradação. Tal imagem implica negativamente na sustentabilidade das cadeias produtivas da carne, do leite e do couro, todas de importância socioeconômica para a região e para o país.

O governo federal lançou o novo Plano Nacional de Florestas (PNF) para, entre outros objetivos, estar à frente da necessidade crescente de base florestal madeireira, tanto para o consumo interno como para a balança comercial, uma vez que o setor representa cerca de 8% das exportações nacionais e 4% do PIB. A grande superfície territorial da região Centro-Oeste utilizada com pastagens poderá, se estas forem convertidas em sistemas silvipastoris, favorecer a produção animal, melhorar a imagem da pecuária e também produzir madeiras contribuindo com os objetivos do PNF.

Com a produção de madeira na mesma área de pastagem será maior a renda por unidade de área, o que beneficia, sobremaneira, ao grande contingente de estabelecimentos rurais que têm na bovinocultura sua principal atividade e, estrategicamente, necessitam de complementaridade na renda oriunda dessa atividade.

Além disso, a combinação de árvores e pastagem em sistema silvipastoril constitui prática de uso múltiplo da terra e promove fluxo de caixa favorável ao produtor/investidor, amenizando o fluxo negativo que ocorre nos primeiros anos de produção madeireira convencional.

Do ponto de vista ambiental, na região Centro-Oeste, caracterizada por fragmentação e insulamento de remanescentes de ecossistemas naturais, os sistemas silvipastoris podem servir como corredor/trampolim biológico (*stepping stone*) para algumas espécies, auxiliando no ligamento dos remanescentes e dos habitats existentes.

Por fim, e não menos importante, o sistema silvipastoril constitui uma ferramenta para a otimização do diferencial já existente na bovinocultura regional e nacional: rebanhos em pasto. Com isso, pode ajudar a consolidar a bovinocultura brasileira como ambientalmente adequada no cenário mundial.

Referências Bibliográficas

ALONZO, Y. M.; IBRAHIM, M.; GOMÉZ, M.; PRINS, K. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. **Agroforestería En Las Américas**, Turrialba, v. 8, n. 30, p. 24-27, 2001.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 237 p.

BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. da. Índice de conforto térmico para ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p. 874-883, 1995.

BARRIOS, C.; BEER, J., IBRAHIM, M. Pastoreo regulado y bostas del ganado para la protección de plántulas de *Pithecolobium saman* en potreros. **Revista Agroforestería en las Américas**. Turrialba, Disponível em: <<http://www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/X6332S/X6332S00.HTM>>. Acesso em: 31 ago. 2004.

BAUMER, M. **Trees as browse and to support animal production**. FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH PAPER 102. Kuala Lumpur, Malaysia. FAO Expert Consultation, 1991. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0632E/T0632E01.htm#ch1>>. Acesso em: 30 jul. 2004.

BENAVIDES, J. **Utilización de la morera en sistemas de producción animal**. FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH PAPER 102. 1998. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Bnvdes12.PDF>>. Acesso em: 30 jul. 2004.

BIRD, P. R.; BICKNELL, D.; BULMAN, P. A.; BURKE, S. J. A.; LEYS, J. F.; PARKER, J. N.; VAN DER SOMMEN, F. J.; VOLLER, P. The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 20, p. 59-86. 1992.

BRENNER, A. J. Microclimatic modification in agroforestry. In: ONG, C. K.; HUXLEY, H. (Ed.). **Tree – Crop interactions. A physiological approach**. Wallingtonford: CAB International, 1996. p. 159-187.

BUDOWSKI, G.; RUSSO, R. O. Live fence posts in Costa Rica: a compilation of the farmer's beliefs and technologies. **Journal of Sustainable Agriculture**, Binghamton, v. 3, n. 2, p. 65-87, 1993.

CAMERO, A.; IBRAHIM, M.; KASS, M. Improving rumen fermentation and milk production with legume-tree fodder in the tropics. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 51, n. 2, p. 157-166, 2001.

CAMERON, D. M.; RANCE, S. J.; JONES, R. M.; CHARLES-EDWARDS, D. A.; BARNES, A. Project STAG: An experimental study in agroforestry. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 40, p. 699-714, 1989.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. **Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para a associação com pastagens**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 64).

CARVALHO, N. M. **Efeitos da disponibilidade de sombra, durante o verão sobre algumas condições fisiológicas e de produção em vacas da raça holandês**. 1991. 199 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 1991.

CASTRO, C. R. T.; CARVALHO, M. M. **Sistemas silvipastoris: relatos de pesquisa e seu uso no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 53).

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA – CATIE. **Evaluación de un banco de Erythrina bajo ramoneo y banano verde como suplementos para animales en pastoreo en la zona Atlántica de Costa Rica**. Proyecto sistemas agrosilvo pastoriles para el trópico húmedo. Informe final Fase III Convenio CATIE/CIID (Centre File 92-8767) Turrialba, Costa Rica. Disponível em: <http://www.idrc.ca/library/document/103247/index_s.html#sec2.2>. Acesso em: 2 ago. 2004.

CHEN, C. P.; HALIM, R. A.; CHIN, F. Y. Fodder trees and fodder shrubs in range and farming systems of the Asian and Pacific region. In: SPEEDY, A.; PUGLIESE, P.-L. (Ed.). **Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock**. Kuala Lumpur, Malaysia: FAO Expert Consultation, 1991. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0632E/T0632E02.HTM#CH2>>. Acesso em: 3 ago. 2004.

COSTA, M. J. R. P. **Qualidade total e racionalização de manejo de bovino de corte.** UNESP, 2005. Disponível em: <http://www.unesp.br/propp/dir_proj/Agropecuaria/Agropec17a.htm>. Acesso em: 7 mar. 2005.

DANIEL, O.; PASSOS, C. A. M.; COUTO, L. **Sistemas agroflorestais (silvipastoris e agrissilvipastoris) na região Centro-Oeste do Brasil: potencialidades, estado atual da pesquisa e da adoção de tecnologia.** In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. D. C. (Ed.). **Simpósio Internacional Sistemas Agroflorestais Pecuários na América do Sul** CD-ROM. Embrapa Gado de Leite; FAO, 2000.

DEVENDRA, C. Nutritional potential of fodder trees and shrubs as protein sources in ruminant nutrition. In: SPEEDY, A.; PUGLIESE, P.-L. (Ed.). **Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock.** Kuala Lumpur, Malaysia: FAO Expert Consultation, 1991. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0632E/T0632E07.htm#ch7>>. Acesso em: 3 ago. 2004.

DJIMDE, M.; TORRES, F.; MIGONGO-BAKE, W. Climate, animal and agroforestry. In: REIFSNYDER, W.S.; DARNHOFER, T. O. **Meteorology and agroforestry.** Nairobi: ICRAF. 1989. p. 463-471.

ENCARNAÇÃO, R. O.; KOLLER, W. W. Importância do sombreamento em pastagem. **CNPGC Informa**, Campo Grande, v. 2, n. 6, p. 1-2. 1985.

FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C. **Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais.** In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa, 2003. CD-ROM.

GARCIA, R.; COUTO, L. **Silvipastoral systems: emergent technology of sustainability.** In: GOMIDE, J. A. (Ed.). **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO**, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Depto. Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 281-302.

GRAÇA, L. R.; RODIGHIERI, H. R.; CONTO, A. J. **Custos florestais de produção: conceituação e aplicação.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 32 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 50).

GRACE, J.; THOMPSON, J. R. The after-effect of wind on the photosynthesis and transpiration of *Festuca arundinacea*. **Physiologia plantarum**, Copenhagen, v. 28, p. 541-547, 1973.

GREGORY, N. G. The role of shelterbelts in protecting livestock: a review. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 38, p. 423-450, 1995.

GUTTERIDGE, R. C.; SHELTON, H. M. (Ed.). **Forage tree legumes in tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 1994. 389 p.

HAFEZ, E. S. E. **Adaptación de los animales domésticos**. Barcelona: Labor, 1973. 563 p.

HARDY, R. N. **Temperatura e vida animal**. São Paulo: EPU: Ed. da Universidade de São Paulo, 1981. 76p. (Temas de Biologia; v. 24).

KASS, M.; BENAVIDES, J.; ROMERO, F.; PEZO, D. Lessons from main feeding experiments conducted at CATIE using fodder trees as part of the N-ration. In: SPEEDY, A.; PUGLIESE, P.-L. (Ed.). **Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock**, Kuala Lumpur, Malaysia. FAO Expert Consultation, Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0632E/T0632E00.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2004.

KOHLI, A. Growth of rice in modified microclimates of agroforestry. **International Rice Research Notes**, Manila, v. 26, n. 1, p. 37-38, 2001.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1986. 339 p.

LEHMKUHLER, J. W.; FELTON, E. E. D.; SCHMIDT, D. A.; BADER, K. J.; GARRETT, H. E.; KERLEY, M. S. Tree protection methods during the silvopastoral-system establishment in Midwestern USA: cattle performance and tree damage. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 59, p. 35-42, 2003.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L.; GEORGE, M. F.; GARRETT, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 53, n. 3, p. 269-281, 2001.

MARQUES, L. C. T. **Comportamento inicial de Paricá, Tatajuba e Eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim-marandu, em Paragominas, Pará.** 1990. 92 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

McARTHUR, A. J. Forestry and shelter for livestock. **Forestry, Ecology and Management**, Amsterdam, v. 45, p. 93-107, 1991.

MONTEITH, J. L.; ONG, C. K.; CORLETT, J. E. Microclimatic interactions in agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 45, p. 31-44, 1991.

MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J.; BAGGIO, A. J.; SOARES, A. D. O. **Guia pratico sobre arborização de pastagens.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 15 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 49).

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.** 3. ed. rev. atual. Porto Alegre: Sulina, 1989. 262 p.

NÃÃS, I. de A. **Princípios do conforto térmico na produção animal.** São Paulo: Ícone, 1989.

NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, Washington, v. 18, n. 2, p. 283-307, 1962.

OMETTO, J. C.; CARAMORI, P. H. Características do vento e suas implicações em algumas culturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1981, Pelotas. **Resumos ampliados dos trabalhos apresentados nas sessões técnicas.** Pelotas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981. p. 260-267.

ONG, C. K.; BLACK, C. R.; MARSHALL, F. M.; CORLETT, F. E. Principles of resource capture and utilization of light and water. In: ONG, C. K.; HUXLEY, H. (Ed.). **Tree – crop interactions. A physiological approach.** Wallingford: CAB International, 1996. p. 73-154.

ONG, C. K.; CORLETT, J. E.; SINGH, R. P.; BLACK, C. R. Above and below ground interactions in agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 45, p. 45-57, 1991.

PAIM, A. **A potencialidade inexplorada do setor florestal brasileiro**. Sociedade Brasileira de Silvicultura. 2002. Disponível em: <http://www.sbs.org.br/potencialidade_inexplorada.htm?PHPSESSID=8de27651879b6ca343831d462db09539>. Acesso em: 6 jan. 2003.

PEST MANAGEMENT REGULATORY AGENCY. HEALTH CANADA. Proposed Regulatory Decision Document PRDD2003-01 Dried Blood. Disponível em: <<http://www.pmr-arla.gc.ca/english/pdf/prdd/prdd2003-01-e.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2004.

PINTO, L. P. **Três primatas brasileiros ameaçados de extinção**. Revista Eco. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./especie/fauna/index.html&conteudo=./natural/artigos/tres_primatas.html>. Acesso em: 7 mar. 2005.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas nativas potenciais para sistemas agroflorestais em Mato Grosso do Sul**. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa, 2003. CD-ROM.

RAKOCEVIC, M.; RIBASKI, J. The efficiency of *Brachiaria brizantha* Hochst. ex A. Rich., in a silvopastoral system in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE NATURAL AND SOCIO-ECONOMIC EFFECTS OF EROSION CONTROL IN MOUNTAINOUS REGIONS, 2002, Belgrade. **Proceedings...** Belgrade: Faculty of Forestry, 2003. p. 323-332.

SALAM, M. A.; NOGUCHI, T.; KOIKE, M. Understanding why farmers plant trees in the homestead agroforestry in Bangladesh. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 50, p. 77-93, 2000.

SEQUEIRA, W.; GHOLZ, H. L. Canopy structure, light penetration and tree growth in a slash pine (*Pinus elliotti*) silvo-pastoral system at different stand configurations in Florida. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 67, p. 263-267, 1991.

SILVA, V. P. da. **Sistema silvipastoril (Grevílea + Pastagem: uma proposição para o aumento produção no arenito Caiuá**. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. v. 2. p. 291-297.

SILVA, V. P. da. **Modificações microclimáticas em sistemas silvipastoris com *Grevillea robusta* A. Cunn. Ex R.Br. no noroeste do Estado do Paraná.** 1998. 128 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

SILVA, V. P. da; VIEIRA, A. R. R.; CARAMORI, P. H.; BAGGIO, A. J. **Sombras e ventos em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná.** In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. **Sistemas agroflorestais no contexto da qualidade e competitividade: resumos expandidos.** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. p. 215-218.

SILVA, V. P. da **Sistemas silvipastoris em Mato Grosso do Sul - Para que adotá-los?** In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa, 2003. CD-ROM.

SILVA, V. P. da. **Arborização de pastagem como prática de manejo ambiental e estratégia para o desenvolvimento sustentável no Paraná.** In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p. 235-255.

SILVA, V. P. da; VIEIRA, A. R. R.; CARAMORI, P. H.; BAGGIO, A. J. **O Fluxo de calor no solo dentro de um sistema silvipastoril.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. v. 2, p. 505-506.

STUR, W. W.; SHELTON, H. M.; GUTTERIDGE, R. C. **Defoliation management of forage tree legumes.** In: GUTTERIDGE, R. C.; SHELTON, H. M. (Ed.). **Forage tree legumes in tropical agriculture.** Wallingford: CAB International, 1994. p. 158-167.

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

ZAMORA, S.; GARCÍA, J.; BONILLA, G.; AGUILAR, H.; HARVEY, C. A.; IBRAHIM, M. **Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua.** **Agroforesteria En Las Américas**, Turrialba, v. 8, n. 31, p. 31-38, 2001.

Embrapa

Gado de Corte

Apoio:



Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária e Ambiental

ISBN 85-297-0182-8



**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

**Governo
Federal**