

Sistemas Agroflorestais: Conceitos e Aplicações¹

Vera Lex Engel²

1. Introdução

Na época do Brasil Colônia instalou-se no país uma sociedade agrícola de caráter predatório, que enxergava as florestas outrora exuberantes como uma barreira natural para a ocupação territorial e expansão das fronteiras. Desde então, os ciclos econômicos que construíram a história, do pau-brasil, da cana-de-açúcar, do café, da mineração e da pecuária, foram todos baseados na destruição da cobertura florestal e na ausência de preocupação com o esgotamento desses recursos. As densas florestas tropicais eram tidas aos olhos dos colonizadores e, mais tarde, dos proprietários de terras, como inesgotáveis. Esse processo fez-se sentir de maneira particularmente grave no caso das áreas de domínio da Mata Atlântica, principalmente no Sudeste e Sul do país. O resultado foi a redução de cerca de 90% da cobertura florestal original da Mata Atlântica, o que se repetirá em pouco tempo na Amazônia, caso os atuais modelos de desenvolvimento sejam mantidos. Recentemente, a chamada "Revolução Verde", pregando o aumento da produção agrícola por unidade de área para enfrentar as futuras demandas de alimentos, tem sido viabilizada às custas da uniformização dos sistemas de produção e de um elevado nível de insumos e provisão de energia externa. Tal processo tem se dado às custas da tecnologia agropecuária importada de regiões temperadas e países desenvolvidos, muitas vezes inadequada às regiões tropicais.

Os ecossistemas de regiões temperadas e tropicais são muito diferentes. Um dos aspectos principais é com respeito à ciclagem de nutrientes. Nas regiões temperadas, os solos de uma maneira geral são mais férteis e a maior parte dos nutrientes minerais está armazenada no solo, bem como a matéria orgânica, que se acumula naturalmente por causa das taxas de decomposição mais baixas. Entretanto, nas regiões tropicais, a maior parte dos nutrientes não está disponível de forma imediata e encontra-se armazenada na própria biomassa. Não há grande acúmulo de matéria orgânica no solo, uma vez que a decomposição desta é muito rápida, quando comparada com ecossistemas temperados e boreais. Os solos tropicais, em geral, são pobres, muito lixiviados e tendem a ser ácidos, dependendo diretamente da matéria orgânica para a manutenção de sua fertilidade. Logo, a destruição da cobertura florestal e da matéria orgânica do solo, por si só, remove a maior parte do estoque de nutrientes dos ecossistemas, levando a uma diminuição de sua fertilidade e capacidade produtiva.

A degradação do solo e diminuição de sua capacidade produtiva geram a necessidade de novos desmatamentos, e têm ocasionado a ocupação desordenada do solo em decorrência do crescimento demográfico e do aumento da demanda pelo uso da terra, ligada às pressões econômicas por ganhos imediatos. Como consequência, tem-se o

¹ Texto extraído de ENGEL, V. L. Introdução aos Sistemas Agroflorestais. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p.

² Recursos Naturais/FCA - Unesp/Botucatu.

êxodo rural, a concentração da renda e da posse da terra, e a persistência dos ciclos de pobreza dos pequenos agricultores nos países tropicais, o que tem gerado a necessidade da busca de novos modelos de desenvolvimento baseados no uso sustentável dos recursos, principalmente solo.

O termo “desenvolvimento” teve seu uso difundido desde a década de 1950, com o sentido de mudança, crescimento, expansão e progresso, do ponto de vista econômico. O conceito de desenvolvimento foi, até certo ponto, assumido tendo como modelo as características socioculturais e econômicas dos países da Europa e América do Norte, considerados como desenvolvidos. Os países desenvolvidos, por sua vez, almejam sempre uma maior expansão, e deste modo acabam sendo forte competidores por recursos com os países em desenvolvimento, gerando uma forte dicotomia. Essa dicotomia pode ser solucionada com o novo conceito de desenvolvimento sustentável.

Desenvolvimento sustentável é definido como

a modificação da biosfera e a aplicação de recursos humanos, financeiros, bióticos e abióticos para satisfazer as reais necessidades humanas e melhorar a qualidade de vida do homem, levando em conta fatores ecológicos, econômicos e sociais, bem como as vantagens e desvantagens de ações alternativas, e garantindo a manutenção da base dos recursos para as gerações futuras (World Conservation Strategy, 1980).

O desenvolvimento sustentável implica em se conseguir o maior benefício dos recursos físicos, biológicos e culturais de uma localidade, dentro de uma estratégia para aumentar a auto-suficiência local e nacional. O desenvolvimento deve estar ainda ajustado à história e cultura da comunidade local, pois, uma vez que as necessidades básicas da população tenham sido atingidas, outras melhorias na qualidade de vida dependem de avaliações mais subjetivas (Golley, 1983).

Sabe-se que, apesar da “Revolução Verde”, 78% dos produtores rurais da América Latina vivem abaixo dos padrões mínimos de saúde e educação. Sabe-se também que o aumento percentual da conversão de novas áreas em pastagens na Amazônia não reflete nem de longe o aumento *per capita* do consumo anual de carne pela população local. O desenvolvimento sustentável, em resumo, deve melhorar a qualidade de vida da população e respeitar a capacidade de suporte dos ecossistemas, sendo “ecologicamente aceitável, economicamente viável e socialmente justo”. Os benefícios advindos do uso dos recursos devem ser igualmente repartidos entre os países desenvolvidos e não desenvolvidos e devem refletir mudanças concretas na vida e na diminuição da pobreza dos povos.

O poder produtivo básico da maior parte das nações é a agricultura. Até que a produção agrícola de uma determinada região se estabilize, os outros setores da produção serão instáveis, principalmente quando baseados em recursos não renováveis. Considerando sistemas de produção agrícola voltados para o desenvolvimento de uma região ou país, é importante que se tenha como premissa básica o “uso sustentável da terra”, que almeja o aumento e a manutenção da produtividade, mas vinculada à conservação dos recursos, principalmente solo, e com mínimo *input* de insumos externos ao sistema.

A agrossilvicultura surge como um novo paradigma do desenvolvimento sustentável. Não se constitui, por si só, como a melhor forma de uso da terra, mas a mais adequada em muitas situações onde se busca aliar produção com conservação ambiental.

2. Agrossilvicultura e Sistemas Agroflorestais: Conceituação

A agrossilvicultura como ciência desenvolveu-se a partir da década de 1970, quando as principais hipóteses do papel das árvores sobre os solos tropicais foram desenvolvidas, e principalmente com a criação de instituições internacionais voltadas à pesquisa agroflorestal, como o International Council for Research in Agroforestry (ICRAF). Baseia-se na silvicultura, agricultura, zootecnia, no manejo de solos e em outras disciplinas ligadas ao uso da terra. Entretanto, adota uma abordagem interdisciplinar com relação ao estudo dos sistemas de uso da terra. Implica em ter-se uma consciência das interações e retroalimentação entre homem e o ambiente, demanda de recursos e sua existência em uma determinada área, o que significa, em determinadas circunstâncias, otimizar o uso sustentável dos recursos, além de simplesmente buscar o aumento permanente da produção (Anonymous, 1982).

Uma definição formal de agrossilvicultura é dada em Young (1991):

“Agrossilvicultura é o nome coletivo para sistemas de uso da terra e tecnologias em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus) são cultivadas em associação com plantas herbáceas (culturas agrícolas e/ou pastagens) e/ou animais, em uma mesma unidade de manejo, e de acordo com um arranjo espacial, temporal ou ambos; nos quais deve haver tanto interações ecológicas como econômicas entre os componentes lenhosos e não lenhosos no sistema.”

O conceito assim delimitado tem as seguintes implicações (Nair, 1986):

- a introdução de espécies lenhosas no sistema é feita *de forma deliberada*;
- duas ou mais espécies de plantas ou animais estarão sempre presentes, sendo no mínimo uma lenhosa;
- sempre há dois ou mais produtos;
- ciclo é sempre mais que um ano;
- mesmo o sistema mais simples é sempre mais complexo ecológica e economicamente que monocultivos.

A agrossilvicultura é uma ciência que inclui tanto o conhecimento e uso de práticas agroflorestais quanto o desenvolvimento de sistemas agroflorestais.

Para que se avance nesse tema é importante conceituar o que se entende por sistema. Em OTS/CATIE (1986), sistema é definido como “um conjunto de componentes unidos ou relacionados de tal maneira que formam uma entidade ou todo”. Deste modo, um sistema agropecuário é visto como uma entidade organizada com o propósito de usar

recursos naturais para obter produtos e benefícios agrícolas. Estruturalmente, caracteriza-se por um desenho físico de cultivos e animais no espaço e no tempo. Funcionalmente, é uma unidade que processa entradas, tais como água, luz, nutrientes, e produz saídas como alimentos, fibras e outras. Dentro da idéia de hierarquia de sistemas, podem-se enxergar os sistemas agropecuários como uma hierarquia de glebas, lotes agrícolas, propriedades, microbacias, regiões. A compreensão de que os componentes de um sistema interagem, e de que o sistema é dinâmico, torna mais fácil buscar soluções aos problemas de manejo visando a melhor produção e sustentabilidade.

Neste contexto, um sistema agroflorestal é definido como um sistema agropecuário diferenciado por ter um componente arbóreo ou lenhoso, o qual tem um papel fundamental na sua estrutura e função. Os sistemas agroflorestais (SAFs) têm os atributos de qualquer sistema: limites, componentes, interações, entradas e saídas, relações hierárquicas e uma dinâmica própria. Segundo OTS/CATIE (1986), os limites são as bordaduras físicas do sistema; os componentes são os elementos físicos, biológicos e socioeconômicos; as entradas ou *inputs* e as saídas ou *outputs* são a matéria e a energia que se transfere entre diferentes sistemas; as interações são as relações ou energia e matéria que são trocadas entre os componentes do sistema; a hierarquia é a posição e inter-relações com outros sistemas.

Um sistema agroflorestal é, segundo Nair (1986) e Young (1991), um exemplo específico de práticas agroflorestais encontradas em uma localidade ou área, de acordo com sua composição biológica e arranjo, nível tecnológico de manejo e características socioeconômicas.

3. Objetivos dos Sistemas Agroflorestais

No Brasil e no mundo tropical existem condições ambientais e socioeconômicas favoráveis para diferentes sistemas de uso da terra, desde monocultivos intensivos em um extremo até a manutenção da cobertura natural em outro.

Os sistemas agroflorestais podem contribuir para a solução de problemas no uso dos recursos naturais, por causa das funções biológicas, e socioeconômicos que podem cumprir. A presença de árvores no sistema traz benefícios diretos e indiretos, tais como o controle da erosão e manutenção da fertilidade do solo, o aumento da biodiversidade, a diversificação da produção e o alongamento do ciclo de manejo de uma área.

O objetivo principal dos SAFs é de otimizar o uso da terra, conciliando a produção florestal com a produção de alimentos, conservando o solo e diminuindo a pressão pelo uso da terra para produção agrícola. Áreas de vegetação secundária, sem expressão econômica e social, podem ser reabilitadas e usadas racionalmente por meio de práticas agroflorestais. Outro ponto importante é a formação de sistemas ecológicos mais estáveis, com menor *input* de recursos externos e maior auto-suficiência.

Segundo Huxley, citado por Anonymous (1982), a agrossilvicultura deve ter o objetivo de maximizar o uso da energia radiante, minimizar as perdas de nutrientes pelas plantas do sistema, otimizar a eficiência de uso da água e minimizar o escoamento superficial e

perda de solo por erosão. O uso de práticas agroflorestais, com o objetivo de diminuir a erosão, manter e aumentar a fertilidade do solo, é detalhadamente discutido em YOUNG (1991), com base na hipótese de que “sistemas agroflorestais apropriados controlam a erosão, mantêm a matéria orgânica do solo e suas propriedades físicas e promovem uma ciclagem de nutrientes eficiente”.

Outros objetivos incluem (Oldeman, apud Anonymous, 1982):

- o aumento da durabilidade ecológica e econômica do sistema, em vista de sua arquitetura biológica, incluindo as plantas de ciclo curto, ciclo longo e animais;
- a garantia da aceitabilidade social, por meio de uma seqüência de atividades diárias e estacionais de fácil compreensão, moldadas sob a tradição local e concebidas para aumentar sua eficiência;
- a procura pelo uso completo de todos os recursos inorgânicos e em todos os nichos disponíveis para plantas e animais úteis, ao mesmo tempo que se procura maximizar a reciclagem desses recursos;
- a diminuição dos riscos para o agricultor individual por meio de uma maior variedade de plantas e espécies animais úteis e a elevação da qualidade de vida e do ambiente.

4. Classificação dos Sistemas Agroflorestais

As classificações existentes de sistemas agropecuários são inadequadas para agrossilvicultura, pois, por um lado, não englobam as dimensões espaciais e temporais desses sistemas; e por outro, as classificações de sistemas silviculturais não oferecem suficiente complexidade. Para a análise de sistemas agroflorestais é necessário ter uma concepção clara das relações espaciais e temporais, mais amplas, que estão envolvidas.

Os sistemas agroflorestais têm sido classificados de diferentes maneiras: de acordo com sua estrutura espacial, desenho no tempo, importância relativa e a função dos diferentes componentes, objetivos da produção e características socioeconômicas predominantes. Por exemplo, quanto à sua composição, esses sistemas podem ser classificados como sistemas agrissilviculturais (árvores + culturas); silvipastoris (árvores + animais); agrissilvipastoris (árvores + culturas + animais).

A classificação dos SAFs atualmente é aquela adotada pelo ICRAF e Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (OTS/CATIE, 1986) e pela Rede Brasileira Agroflorestal (REBRAF), que se baseia no tipo de componentes incluídos e na associação entre eles. Essa classificação é descritiva: o nome de cada sistema indica os principais componentes, dá uma idéia de sua fisionomia e principais funções e objetivos, e por isso é mais didática. Os sistemas são classificados em um primeiro nível simplesmente como seqüenciais, simultâneos ou complementares, como se seguem:

- a) sistemas agroflorestais seqüenciais: os cultivos agrícolas anuais e as plantações de árvores se sucedem no tempo. Nesta categoria se incluem os sistemas de agricultura migratória com intervenção e manejo de capoeiras; sistema silvagrícola rotativo (capoeiras melhoradas com espécies arbóreas de rápido crescimento);

sistema Taungya (cultivos anuais consorciados apenas temporariamente com árvores, durante os primeiros anos de implantação);

- b) sistemas agroflorestais simultâneos: integração simultânea e contínua de cultivos anuais e perenes, árvores madeiráveis ou de uso múltiplo e/ou pecuária. Incluem: associações de árvores com cultivos anuais ou perenes; hortos caseiros mistos e sistemas agrissilvipastoris.
- c) sistemas complementares: cercas vivas e cortinas quebra-vento: fileiras de árvores para delimitar uma propriedade ou gleba ou servir de proteção para outros componentes e outros sistemas. São considerados complementares às outras duas categorias, pois podem estar associados a sistemas seqüenciais ou simultâneos.

Nos sistemas seqüenciais, os componentes arbóreos e não-arbóreos se encontram, pelo menos parcialmente, separados no tempo, alternando-se períodos de cultivos anuais com pousio. Nos sistemas simultâneos, os componentes agropecuários e florestais sempre se encontram presentes em uma mesma unidade do terreno.

5. Descrição dos Principais Sistemas Agroflorestais e sua Aplicabilidade no Brasil

5.1. Sistemas agroflorestais seqüenciais

a) Capoeira melhorada/sistema silvo-rotativo

A agricultura migratória sempre foi praticada como uma forma tradicional de uso da terra na Amazônia, e que consiste na derrubada, aproveitamento da madeira/lenha; e queima da mata em pequenas áreas onde são feitos cultivos anuais de subsistência por um período de 2-3 anos. Em seguida, a área é abandonada, podendo antes passar por um período de pastejo, e depois deixada em pousio para regenerar até o estágio de capoeira, onde o ciclo recomeça.

Em regiões de baixa pressão de ocupação pela terra em que a área pode ser deixada em pousio por um tempo suficientemente longo, e em que os colonos tenham a tradição do sistema, este tem funcionado bem durante séculos. Entretanto, o melhoramento dessas capoeiras e sua transformação em agroflorestas mais produtivas e atrativas para o colono diminuem a necessidade de expansão de novas áreas agrícolas e fixa o homem à terra, melhorando sua qualidade de vida.

Na Amazônia, três sistemas têm sido preconizados para atingir esse objetivo. No primeiro caso, durante a fase de lavoura branca (cultivos anuais), antes do abandono da área é feito o enriquecimento com espécies de uso múltiplo e frutíferas, como pupunha, castanheira, coqueiro, bacuri, cupuaçu, por semeadura direta. Outras espécies são introduzidas no início ou durante a fase de capoeira por enriquecimentos uniformes ou densos: guaraná, pimenta-do-reino, feijó, mogno, cerejeira, andiroba, dentre outras (Dubois, 1989). A aplicabilidade à região Sudeste seria no sentido de enriquecer

capoeiras já existentes, resultantes de áreas agrícolas ou pastagens abandonadas, e que pela lei ou razões ambientais não devem ser cortadas, com espécies madeireiras de valor, como o palmito, além de frutíferas perenes, como banana, pitanga, jabuticaba e outras culturas agrícolas, aproveitando clareiras, como tomate, abóbora, inhame, milho, dentre outras. Esse sistema, logicamente, deve ser planejado em um contexto regional de uso da terra e nunca como uma justificativa para uso indevido das capoeiras, evitando problemas legais e apontando uma alternativa de renda para o agricultor.

O segundo caso seria a conversão de capoeiras degradadas em agroflorestas pelo sistema de "recru" (Dubois, 1989): faixas são abertas na vegetação nativa com introdução de forrageiras ou culturas anuais ou perenes, e nas faixas de vegetação matricial remanescente, a regeneração natural ou artificial de espécies florestais de interesse é assistida até que gradualmente todo o ecossistema tenha sido convertido em uma agrofloresta produtiva e totalmente recrescida. Esse método é viável desde que os agricultores aprendam a reconhecer as plântulas e mudas das espécies florestais de valor ou potenciais que serão deixadas regenerar durante as limpezas de terreno, e que exista mercado para elas. A organização de viveiros comunitários também pode ser parte do sistema (Peck & Bishop, 1992).

De maneira semelhante, Brienza Júnior (1986) descreve um sistema silvo-rotativo, que seria o terceiro caso, associado a ciclos de agricultura migratória, e que é semelhante ao sistema de capoeira melhorada, mas dá ênfase ao plantio de espécies florestais madeiráveis, como o freijó e andiroba, antes do abandono da roça. Depois de alguns anos, a capoeira regenerada é novamente roçada para novos ciclos de cultura anual, mas mantendo-se as árvores comerciais da regeneração natural e as plantadas. Com a sucessão de novos ciclos, as árvores são manejadas e cortadas ao final da rotação.

b) Sistema "Taungya"

O termo "taungya" tem origem na Birmânia, significando "cultivos de encostas", e foi originalmente usado para designar o plantio de árvores em áreas de agricultura migratória. Atualmente, o termo é usado para designar qualquer combinação de cultivos durante as primeiras fases de estabelecimento de plantios de árvores, onde o objetivo principal é a produção de madeira. Esse sistema é recomendável para pequenos agricultores que possuem área para produção de madeira, mas que necessitam reduzir os custos de estabelecimento e de manutenção, e para terrenos de vocação florestal, mas não degradados ou fortemente inclinados (Beer et al., 1994).

As interações existentes nesse sistema incluem as interferências entre os componentes (competição, efeito alelopático) e o sombreamento das árvores nos cultivos. A competição depende das espécies escolhidas, densidade e tipo de manejo. O sombreamento excessivo pelas árvores, após alguns anos determina o final do sistema agroflorestal e início da plantação florestal pura, cuja duração dependerá da espécie e densidade de plantio. Com o manejo futuro do povoamento florestal, podem ser feitos novos consórcios com cultivos ou forrageiras após os desbastes.

No caso de cultivos cuja colheita sejam as raízes, estas devem ser plantadas a mais de 1 m das árvores durante seu estabelecimento e a 2m durante os anos posteriores. Se o

período de associação se estender por mais de dois anos, deve-se usar fertilizante. As árvores devem ser manejadas para favorecer a cultura agrícola, com uso de podas, desbastes e outros. Deve-se evitar ainda repetir a mesma cultura durante anos seguidos.

Quanto a espécies apropriadas, algumas características são desejáveis, segundo Beer et al. (1994): crescimento apical rápido; fechamento rápido da copa; tolerância à sombra e à competição durante o primeiro ano; ter boa forma do fuste; desrama natural; sombra rala; copa pequena; ausência de alelopatia; sistema radicular profundo.

5.2. Sistemas agroflorestais simultâneos

Neste grupo, os componentes agrícolas e florestais possuem uma interação direta, uma vez que se encontram ao mesmo tempo no terreno durante toda a sua duração.

a) Hortos caseiros mistos

Como a agricultura migratória, os hortos familiares constituem uma prática agroflorestal muito antiga, utilizados para prover necessidades básicas de famílias ou comunidades pequenas, com venda ocasional de excedentes de produção. Caracterizam-se por sua complexidade, com muitos estratos e grande variedade de árvores, cultivos, e animais domésticos, com produção ao longo de todo o ano de frutos, legumes, fibras, madeira, plantas medicinais e aromáticas, galinhas, porcos e outros.

As principais características desse sistema são, segundo OTS/CATIE (1986):

- necessidade de poucos insumos e capacidade constante de produção;
- necessidade de mão-de-obra escalonada ao longo de todo o ano e concentrada na família;
- poucas demandas econômicas e grande resistência à flutuação e insegurança do mercado;
- são os mais parecidos com os ecossistemas naturais e com alta produtividade por unidade de superfície de terreno.

A principal limitação para sua expansão é a escassez de terras para que cada família de pequenos agricultores tenha seu próprio horto.

O manejo desses sistemas inclui a utilização de resíduos orgânicos domésticos e compostos orgânicos; uso de adubos verdes de plantas anuais, cobertura morta e plantas fixadoras de nitrogênio e produtoras de lenha; o controle manual de ervas daninhas que são deixadas como cobertura morta; o controle de pragas é minimizado pela diversidade e uso de variedades resistentes. Outro aspecto importante do manejo desses sistemas refere-se à época do ano em que ocorrem picos de produção, o que influi na existência de excedentes de produção. Uma prática de manejo também consiste no corte seletivo de espécies para lenha ou mourões de cerca, abrindo-se clareiras que podem ser cultivadas com plantas anuais.

b) Árvores em associação com cultivos perenes

Neste sistema árvores de sombra são combinadas com culturas perenes tolerantes à sombra, como é o caso do sistema tradicional de produção de café na Costa Rica e em outros países tropicais, associadas a espécies madeiráveis como o freijó, leguminosas como o suinã (eritrina), bracatinga e o ingá, e frutíferas como manga, *citrus*, coco e banana. Outras espécies perenes tradicionalmente plantadas nesse tipo de consórcio são o cacau, cupuaçu, banana, coco, chá preto, erva-mate.

O cultivo de café constitui base para muitos sistemas simultâneos, especialmente em regiões de terras altas e férteis, com boa estrutura de comunicações e mercados necessários. Frequentemente são feitas associações multiestratificadas com feijão constituindo o estrato inferior. O cultivo do café no Brasil é feito predominantemente em pleno sol, embora variedades para sombreamento sejam conhecidas e potenciais, principalmente em regiões sujeitas a geadas ocasionais. Essas associações otimizam o uso da terra e aumentam a produtividade por unidade de terreno, além de diminuir o custo com produtos agroquímicos.

Esse tipo de consórcio agroflorestal pode derivar-se de um sistema Taungya após o fim dos ciclos de culturas anuais, onde se introduzem plantas perenes. Beer et al. (1994) descrevem um sistema em que árvores de *Cordia alliodora* (freijó) são plantadas a um espaçamento de 3 x 3m nas linhas e 6 m entrelinhas. Nas entrelinhas, a 1 m de distância da linha de árvores, são cultivados o milho, no primeiro ano, e o gengibre, no segundo. A partir do terceiro ano é feito um desbaste sistemático nas linhas de freijó e plantado o araçá (*Eugenia stiptata*) num espaçamento de 3 x 3 m. Este sistema poderia ser utilizado com êxito na região Sudeste, combinando-se espécies madeiráveis com cultivos anuais e depois perenes, tais como o palmito, pupunha, coco-anão, café, e frutíferas exóticas e nativas diversas, como pitanga, uvaia, acerola, caju e outras.

As práticas de manejo, além da escolha adequada das árvores para sombra (sistema radicular forte; folhas pequenas; copa resistente ao vento; reprodução fácil por estacas; boa capacidade de rebrota, dentre outras características), incluem desbastes, desramas e podas da parte aérea, principalmente para influir na colheita da cultura perene (quantidade e qualidade).

Um exemplo desse tipo de sistema é a "cabruca", sistema tradicional de cultivo do cacau no sul da Bahia, no qual as mudas são plantadas à sombra das árvores da mata nativa, após esta ter sido submetida a um raleamento de seu sub-bosque.

c) Árvores em associações com culturas anuais (cultivos em aléias ou *Alley cropping*)

Este grupo inclui sistemas de consórcio entre árvores e espécies anuais tolerantes à sombra em diferentes arranjos. O mais comum é o sistema de *Alley cropping*, que associa renques de árvores a faixas com culturas anuais que podem ser ou não tolerantes à sombra. Neste grupo, as interações entre os componentes são semelhantes ao caso anterior.

Os cultivos em aléias foram desenvolvidos na Nigéria e constituem práticas muito potenciais para todas as regiões tropicais, especialmente em áreas com problemas de

fertilidade ou terrenos declivosos. As fileiras únicas ou multiestratificadas de árvores são interplantadas entre faixas largas (6-8 m) onde são cultivados milho, feijão, mandioca, soja, cereais, entre outras plantas anuais. Geralmente são utilizadas árvores leguminosas fixadoras de nitrogênio e associadas a micorrizas, como as espécies do gênero *Acacia*, *Sesbania*, *Leucaena*, *Gliricidia*, *Calliandra*, *Prosopis*. As árvores são plantadas primeiro, em fileiras únicas ou duplas a espaçamentos de cerca de 0,5 m a 1 m dentro das linhas. Em muitos casos são plantadas diretamente estacas, na estação chuvosa, ou mudas produzidas em viveiros. A sombra produzida pela copa densa das mudas elimina rapidamente as ervas daninhas e diminui o custo de manutenção. As culturas anuais são plantadas simultaneamente ou na próxima estação chuvosa; neste último caso, após poda da parte aérea das árvores, seguida de incorporação dos resíduos ao solo. As árvores protegem o solo e a cultura na estação seca e são podadas anualmente após a colheita agrícola, com aproveitamento de lenha e incorporação do material da copa no solo e/ou aproveitamento como forragem (OTS/CATIE, 1986).

A poda das árvores é um dos aspectos mais importantes do manejo desses sistemas. Dependendo da altura da cultura agrícola e do aproveitamento que se quer dar para o produto florestal, as árvores são submetidas ao corte raso a 10-15 cm do solo, ou de 0,5 m a 1 m de altura do solo. Cortes a alturas maiores aumentam a capacidade de brotação e de produção de biomassa futura, mas diminuem as possibilidades de aproveitamento para lenha.

Os cultivos em aléias podem ser desenhados para controlar a erosão em terrenos declivosos, favorecendo um terraceamento natural ou reforçando terraços construídos mecanicamente. Neste caso, a escolha de espécies com sistema radicular bastante ramificado e profundo é importante.

5.3. Sistemas agrossilvipastoris ou silvipastoris

São associações de árvores madeiráveis ou frutíferas com animais e, sua alimentação, com ou sem presença de cultivos anuais ou perenes. Podem ser praticadas em diferentes níveis, desde plantações florestais em larga escala, onde são introduzidos animais em pastoreio, até a criação de animais como complemento para sistemas de agricultura de subsistência.

As principais interações existentes no sistema são (OTS/CATIE, 1986):

- a) a presença do componente animal pode mudar e acelerar em alguns aspectos a ciclagem de nutrientes;
- b) no caso de altas cargas animais, pode haver problemas de compactação do solo, o que afeta o crescimento das árvores e forrageiras;
- c) a preferência alimentar dos animais pode afetar a composição dos bosques;
- d) as árvores propiciam um microclima mais favorável para os animais, aumentando a produção;
- e) os animais podem participar na disseminação de sementes, o que barateia sistemas de implantação;

- f) as árvores podem aumentar o valor forrageiro da área, fornecendo folhas e frutos, principalmente na época seca.

Os sistemas agrissilvipastoris podem ter como objetivo principal a produção animal, e neste caso as árvores têm um papel secundário na economia, fornecendo lenha e outros produtos, além de forragem e sombra para os animais. Neste caso são estabelecidas plantações de árvores na forma de renques, em pequenos bosques mais densos ou de forma esparsa e pouco densa no meio da pastagem. Prática comum por muitos agricultores é de manter algumas árvores mais valiosas em pé por ocasião do desmatamento para estabelecimento de pastagens. Essas árvores são mantidas para sombra e são manejadas para lenha ou madeira.

Somarriba (1995) descreve um sistema comum na América Central de associação de goiabeiras com pastagens. Os frutos de goiaba são oferecidos ao gado na razão de 11 kg/animal por dia, e as árvores se estabelecem espontaneamente nas pastagens, formando bosques quase puros associados ao pasto. Essas árvores podem ser usadas para lenha e frutos, e também como vegetação matricial para futuros enriquecimentos e recuperação de pastagens degradadas. Placas de estrume contendo plântulas de goiaba podem ser distribuídas ao longo de cercas e depois desbastadas com 10-20 cm de altura, e em seguida manejadas para fornecer uma cerca viva excelente.

Outra maneira de implantação de sistemas de baixo custo é o aproveitamento de capoeiras e vegetação secundária para forragem. Muitas arbóreas pioneiras que crescem espontaneamente em pastagens abandonadas têm alto valor forrageiro, como a *Trema*, *Cecropia*, *Guazuma*, *Lonchocarpus*, *Brosimum*, principalmente para ruminantes de menor porte. Em um estudo do potencial forrageiro de vegetação secundária para carneiros, Hernández & Benavides (1995) encontraram cerca de 25 espécies arbóreas com digestibilidade *in vitro* de matéria seca (DIVMS) de mais de 50% e teor de proteína bruta de 15% a 30%. Das quatro espécies mais consumidas por ovinos satisfizeram de 50% a 75% dos requerimentos diários de energia digerível e satisfizeram completamente os requerimentos de proteína crua total, sendo elas *Cecropia peltata*, *Brosimum alicastrum*, *Lonchocarpus guatemalensis* e *Hamelia patens*.

Leguminosas de uso múltiplo em sistemas agrissilvipastoris têm sido usadas como suplementação alimentar para o gado, principalmente na época seca. Podem ser plantadas em associação com pastagens em piquetes, e constituir de 30% a 50% da dieta dos animais. Exemplo clássico é *Leucaena leucocephala*, que tem cerca de 25% de proteína bruta em suas folhas, mas um alto teor de mimosina, que impede o uso em mais de 30% da dieta de ruminantes e 10% de não-ruminantes. *Calliandra callothirsus* também apresenta um alto teor de proteína bruta (22%), mas uma menor digestibilidade (20.6 % DIVMS). Espécies como *Gliricidia sepium*, *Erythrina poeppigiana*, *Guazuma ulmifolia*, *Albizia falcataria* apresentam altos teores de proteína bruta (3,0% - 4,5% de N nas folhas) e digestibilidade acima de 40% DIVMS (Chavez, 1994).

As plantações de árvores podem funcionar também como banco de forrageiras para época seca e para complementação da dieta de animais confinados ou semiconfinados. No caso de cabras leiteiras, por exemplo, a suplementação alimentar em pasto à base de hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis*) aumentou linearmente a produção de leite com o aumento do consumo deste em relação à gramínea (Mochiutti et al., 1995). O hibisco

tem 17,8% de proteína crua e 73,4% de DIVMS, enquanto estes níveis para o pasto ficam em torno de 5,3% e 55,3%, respectivamente. Oviedo et al. (1994) descrevem também um sistema de produção de leite de cabras para consumo doméstico em sistema de confinamento total, alimentadas com árvores e arbustos de alto conteúdo nutricional. Esse sistema visa a dar uma alternativa à produção de leite de vaca em propriedades muito pequenas ou em terrenos muito acidentados, e que permite produzir de 1 a 2 litros de leite por dia por animal com apenas 1,5 hora de trabalho entre todas as atividades. Esse sistema demanda uma área de 700 a 1.400 m² por animal, sendo 70% do total com árvores e 30% com pasto de corte.

Um outro caso é quando o objetivo principal é a produção florestal, de látex (seringueira) ou de frutos, e o pastoreio tem o objetivo de auxiliar no controle de plantas invasoras e diminuir o custo da plantação florestal. A associação pode começar quando as árvores tenham idade suficiente para que não sejam danificadas pelo gado, ou após desbastes em plantações comerciais de árvores em ciclos mais longos, como pinus e nativas madeiráveis. Neste caso devem-se considerar possíveis danos dos animais às plantações, bem como sombreamento excessivo ou efeitos alelopáticos que diminuam muito a produção de forragem.

5.4. Cercas vivas e cortinas quebra-ventos

Estes sistemas são considerados complementares aos demais no sentido em que se associam a um ou mais sistemas de produção na propriedade, tendo como finalidade principal a delimitação de lotes ou proteção contra o vento, ou ambas, associado a outros objetivos secundários, como produção de lenha, madeira, forragem, mel, além dos benefícios ambientais das árvores. Como vantagem, cita-se a pequena diminuição de área agricultável, o que é importante principalmente em pequenas propriedades. No caso de cercas vivas, embora a exigência de mão-de-obra inicial seja grande, a não necessidade de manutenção de cercas tradicionais e de aquisição de mourões é uma vantagem adicional.

a) Cercas vivas

No manejo de cercas vivas, a escolha de espécies é um ponto fundamental. Podem ser usadas espécies lenhosas, cactáceas, bromeliáceas, ou qualquer espécie que se adapte ao local. Deve dar-se preferência a espécies de crescimento rápido e boa capacidade de rebrota, com múltiplos usos e das quais se tenha um bom conhecimento silvicultural para que seja possível a elaboração de um plano de manejo pelo produtor em função de seus objetivos.

Na Costa Rica é muito comum o uso de cercas vivas que são aproveitadas para forragem, como *Erythina* e *Gliricidia sepium*, que apresentam vantagens por serem espécies de múltiplo uso. O sistema utilizado requer poucos insumos e usa apenas a mão-de-obra familiar (Otárola, 1995). Esta espécie pode ser propagada vegetativamente na forma plantio direto de estações com 2 a 2,4 m de comprimento, ao longo de uma cerca pré-estabelecida de madeira morta que sirva de proteção inicial. Os estações

devem ter um diâmetro na base de cerca de 5 cm e 1,5 a 2 anos de idade, serem retos, lignificados, sem rachaduras ou brotações laterais, com corte basal reto e apical em bisel. São plantados a 30-40 cm de profundidade e em espaçamentos de 1 a 1,5 m. O manejo das cercas assim estabelecidas inclui desbrotas, podas e podas de produção após os três anos de idade. Jolin & Torquebiau (1992) descrevem os princípios fisiológicos e arquiteturas que possibilitam a obtenção de estacas de grande porte de certas espécies de árvores, e as técnicas usuais de propagação vegetativa por este método. Os estacões são retirados de brotações grandes que se desenvolvem quase verticalmente a partir dos ramos laterais com cerca de três anos de idade e 15 cm de diâmetro da base. Os ramos são cortados dois meses antes do plantio e deitados horizontalmente à sombra da árvore durante uma semana; depois as estacas são deixadas de pé por três semanas. O período de descanso antes do plantio fortifica a casca e influi nos hormônios que promovem o enraizamento. Os estacões são plantados diretamente com um mínimo de trabalho e com ótimo pegamento. Os autores listam cerca de 25 espécies de várias procedências que foram observadas formando ramos epicórmicos grandes, incluindo amoreira, cajueiro, eucaliptos, leucena, mutamba, albízia, dentre outras. Uma espécie nativa de grande potencial agroflorestal e que é observada com este tipo de brotação ou reiteração é a guajuvira, *Patagonula americana*.

No Brasil tornaram-se muito comuns as cercas vivas feitas com o sabiá ou sansão-do-campo, *Mimosa caesalpinaefolia*. Essa espécie possui muitos atributos favoráveis para este uso, principalmente a densa ramificação desde a base e presença de espinhos, além de fixação de nitrogênio, potencial melífero, boa madeira e lenha. As árvores podem ser plantadas por semeadura direta (3-5 sementes por cova, espaçadas de metro em metro) ou mudas de viveiros. Embora a propagação vegetativa não tenha sido muito divulgada para esta espécie, existe o potencial.

As cercas vivas podem ser em dois ou três estratos, como na combinação de árvores com iúca ou sisal, que dão proteção mais próximo ao solo, ou com árvores de diferentes portes e arquiteturas.

b) Quebra-ventos

Podem ser estabelecidos para proteger culturas, animais, casas, instalações e outros. No planejamento dos quebra-ventos, a escolha de espécies é também muito importante, em função da resistência da copa e sistema radicular, altura, porosidade e densidade de sua parte aérea, e capacidade de fornecer outros produtos.

No planejamento dos quebra-ventos podem ser usadas fileiras únicas ou múltiplas, com uma ou mais espécies, e que podem ser dispostas em diferentes direções, dependendo da topografia do terreno e direção predominante dos ventos. O desenho ideal é de fileiras multiestratificadas, com espécies a várias alturas (Oboho & Nwoboshi, 1991). Não devem ser muito densos, o que pode aumentar a turbulência nas culturas próximas a eles, na direção oposta do vento predominante.

Geralmente a área sob proteção do quebra-vento chega até a 16 vezes a sua altura, mas a proteção mais efetiva está em torno de quatro a oito vezes este valor (Durigan, 1986). A área protegida é maior se o quebra-vento for parcialmente poroso. Durigan (1986)

estudou o efeito de quebra-ventos de grevilea, sobre a velocidade do vento em plantios de café, e concluiu que o melhor desenho era o que permitia uma permeabilidade homogênea, dada por fileira única sem poda, e com espaçamento de 5 em 5 m.

Em áreas grandes, várias fileiras de quebra-ventos devem ser distribuídas distantes entre si a cerca de 100-200 m, dependendo do desenho do quebra-vento e sua altura máxima. Sua orientação também é muito importante, e eles devem ser distribuídos perpendicularmente à direção predominante do vento. No caso do vento mudar de direção ao longo do ano, deve-se saber qual época e direção são mais danosos para a cultura que se quer proteger.

6. Referências Bibliográficas

ANONYMOUS. Editorial: What is agroforestry? **Agroforestry Systems**, Dordrecht, n.1, v.1, p.7-12, 1982.

BEER, J.; LUCAS, C.; KAPP, G. Reforestacion con sistemas agrosilviculturales permanentes vrs plantaciones puras. **Agroforestería en las Américas**, v. 1, n. 3, p. 21-25, 1994.

BRIENZA Jr., S. Programa agroflorestal da EMBRAPA- CPATU/PNPF para a Amazônia Brasileira. **Documentos EMBRAPA/CPATU**, n. 9, 1986. 11p.

CHAVEZ, S. V. Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. **Agroforesteía en las Américas**, v. 1, n. 3, p. 10-13, 1994.

DUBOIS, J.C. L. Agroflorestas: uma alternativa para o desenvolvimento rural sustentado. **Informativo Agroflorestal, REBRAAF, VOL 1, N. 4, P. 1-7, 1989.**

DURIGAN, G.; Efeito dos quebra vento de *Grevillea robusta* A. Cunn. sobre a velocidade do vento. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. Dissertação de Mestrado, ESALQ/USP, 1986. 74 p.

GOLLEY, F.B. Ecodevelopment. In: _____, F.B. (Ed) **Tropical rain forest ecosystems: structure and function.** Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1983. p. 335-345.

HERNÁNDEZ, S.; BENAVIDES, J. Potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios de El Petén, Guatemala. **Agroforestería en las Américas**, v. 2, n. 6, p.15-22, 1995.

JOLIN, D; TORQUEBIAU, E. Large cuttings: a jump start for tree planting. **Agroforestry Today**, v.4, n4, p. 15-16, 1992.

MOCHIUTTI, S.; TORRES, M.; OVIEDO, F.; VALLEJO, M.; BENAVIDES, J. Suplementación de cabras lecheras con diferentes niveles de Clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*). **Agroforestería en las Américas**, v.2, n. 5, p. 12-18, 1995.

OTS/CATIE. **Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los tropicos.** San Jose: Organización para Estudios Tropicales/CATIE, 1986. 818p.

OTÁROLA, A. Cercas vivas de madero negro: practica agroforestal para sitios con estacion seca marcada. **Agroforestería en las Américas**, v. 2, n. 5, p. 24-30, 1995.

OVIEDO, F.; VALLEJO, M.; BENAVIDES, J. Modulos agroforestales para la produccion de leche con cabras. **Agroforesteria en las Américas**, v. 1, n. 2, p.23-27, 1994.

OBOHO, E. G.; NWOBOSHI, L.C. Windbreaks: how well do they really work? **Agroforestry Today**, v. 3, n. 1, p. 15-16, 1991.

PECK, R. B.; BISHOP, J. P. Management of secondary tree species in agroforestry systems to improve production sustainability in Amazonian Ecuador. **Agroforestry Systems**,_V. 17, p. 53-63, 1992.

SOMARRIBA, E. Guayabo en potreros: establecimiento de cercas vivas y recuperación de pasturas degradadas. **Agroforestería en las américas**, v 2, n. 6, p. 27-29, 1995.

WORLD CONSERVATION STRATEGY. Living Resource Conservation for Sustainable Development. IUCN/UNEP/WWF, 1980, 36p.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation.** Wallingford: CAB Internatonal, 1991, 275p. (ICRAF Science and Praticc of Agroforestry, n.4).