

Introdução do Componente Florestal em Propriedades Rurais

Luciano Javier Montoya¹
Moacir José Sales Medrado²

1. Introdução

Acredita-se, desde há muito tempo, que a única solução para alimentar a população mundial crescente é uma agricultura que use, intensivamente, os insumos industriais, a mecanização e os recursos biotecnológicos. Este modelo, posto em prática em países subdesenvolvidos onde, geralmente, os níveis educacional e de poupança, no setor rural, são baixos e as inovações biotecnológicas, que chegam ao campo, são reduzidas, ao invés de trazer os benefícios esperados, tem causado significativas perdas das florestas e dos solos, em virtude da derrubada e queima e da mecanização intensiva, que provoca erosão, desertificação, salinização e outros processos de degradação ambiental.

No Brasil, esta situação agravou-se com os problemas ocasionados pelos extrativismos mineral e vegetal e pela construção de hidrelétricas. De certa maneira, este agravamento ocorreu, também, pelo não reconhecimento da influência da agricultura familiar na produção agropecuária brasileira.

Em função dessas situações, a defesa do meio ambiente tem sido um dos temas mais debatidos nas discussões que visam estabelecer um padrão de desenvolvimento agrícola para o próximo milênio. Desta forma, iniciaram-se esforços de prefeituras, universidades, cooperativas e outras organizações não governamentais (ONGs), para implementação de programas de reflorestamento com perspectiva de desenvolvimento sustentado dos setores agrícola e florestal. No entanto, tem sido difícil, de acordo com Maydel (1989), para engenheiros agrônomos e florestais comprovarem que os benefícios da floresta e das árvores são de importância imediata para aqueles que vivem nela ou em torno dela. Por isto, as atividades florestais têm sido forçadas a ocupar sítios cada vez mais marginais.

Conforme Medrado et al. (1994), a maioria dos produtores descarta o plantio de árvores em sua propriedade, pelo fato das mesmas lhes tirarem áreas destinadas à agricultura ou à pecuária; a agrossilvicultura, por sua vez, se constitui em excelente opção para reverter tal situação. Os sistemas agroflorestais (SAFs) apresentam várias vantagens, frente aos sistemas monoculturais tais como: utilização mais eficiente do espaço, redução efetiva da erosão, sustentabilidade da produção e estímulo à economia de produção, com base participativa.

¹ Eng. Agrôn., Pesquisadores em agroflorestas, *Embrapa Florestas*, Caixa Postal 319, 83411-000 Colombo, PR. Fone: (41) 666-1313 Fax: (41) 666-1276. E-mail: lucmont@cnpf.embrapa.br

² Eng. Agrôn., Dr., *Embrapa Florestas*. E-mail: medrado@cnpf.embrapa.br

Projetos agroflorestais, em terras hoje ocupadas com sistemas de monocultivo, seja agrícola ou florestal, constituem-se numa boa opção (Schreiner, 1995), para a oferta, simultânea, de madeira, alimentos e outros bens. Esses projetos beneficiam os empresários florestais, diminuindo os custos de implantação e de manutenção inicial de seus povoamentos, com a receita produzida pelo cultivo intercalar, bem como os agricultores e pecuaristas, garantindo condições ambientais mais propícias para suas lavouras e um suprimento de madeira, para uso próprio ou para comércio. Além disto o plantio de árvores em lavouras e pastagens constitui uma forma de reposição, embora diminuta, da cobertura florestal destruída durante o avanço da fronteira agrícola. Partindo-se deste conhecimento, pode-se afirmar que os sistemas agroflorestais se constituem numa alternativa interessante para implementação na região, embora sejam escassos os conhecimentos sobre sua utilização atual e potencial. Essa escassez de informações tem dificultado sua difusão pela extensão rural e pelas cooperativas existentes. Todavia, a partir de 1994, iniciou-se a caracterização dos mesmos, pelo Centro Nacional de Pesquisa de Florestas .

Este documento visa, portanto, abordar conceitos agroflorestais básicos, além de apresentar resultados de trabalhos realizados em agrossilvicultura. Objetiva, também, apresentar sugestões para o desenvolvimento da agrossilvicultura no país, inclusive com espécies florestais, potenciais, não tradicionais. Isto poderá servir de ponto de partida para um trabalho de extensão agroflorestal e de pesquisa participativa.

2. Introdução do Componente Florestal na Propriedade Rural, com Ênfase em Sistemas Agroflorestais

2.1. Aspectos gerais

De acordo com Martinez & Hector (1989), as propriedades rurais das regiões tropicais incluem as árvores como um componente importante de suas atividades produtivas, especialmente no caso de pequenos e médios produtores. Nessas, elas estão presentes como cercas vivas, quebra-ventos, árvores frutíferas, árvores para proteção de animais, pomares caseiros, produtoras de forragem, medicinais, etc. Na região sul, todavia, o uso de espécies arbóreas e arbustivas, como fonte de produtos e serviços, nas pequenas e médias propriedades, ainda não é grande, principalmente, porque os produtores as têm como competidoras com seus cultivos agrícolas. Os autores citados, relacionam várias formas de introdução do componente florestal na pequena propriedade, tais como:

a) Sistema de árvore com cultivos

Árvores dispersas em forma irregular, árvores intercaladas, árvores para sombra inicial, árvores para sombra permanente, árvores em cultivos seqüenciais, árvores com cultivos em aléias, plantios em linhas, árvores como tutores vivos, árvores plantadas no sistema "Taungya".

b) Sistema de árvores para proteção

Cercas vivas, quebra-ventos, barreiras vivas.

c) Plantios compactos

Bancos forrageiros, pomares domésticos.

d) Árvores em poteiros

Árvores esparsas e bosquetes para sombreamento de pastagens.

2.2. Diferenças entre sistema, subsistema, práticas e tecnologias agroflorestais.

O termo **sistema agroflorestal** usado na literatura específica não se atém somente à mercadoria e tem como base de demarcação e definição, de acordo com Young citado por Nair (1989b), não somente aspectos biológicos ou técnicos, mas também econômicos e sociais. Acrescentando ainda a conceituação de Raintreé (1987), um sistema agroflorestal pode ser considerado um tipo de sistema de uso da terra que é específico de uma localidade e descrito de acordo com sua composição biológica e arranjo, nível técnico de manejo, ou características socioeconômicas.

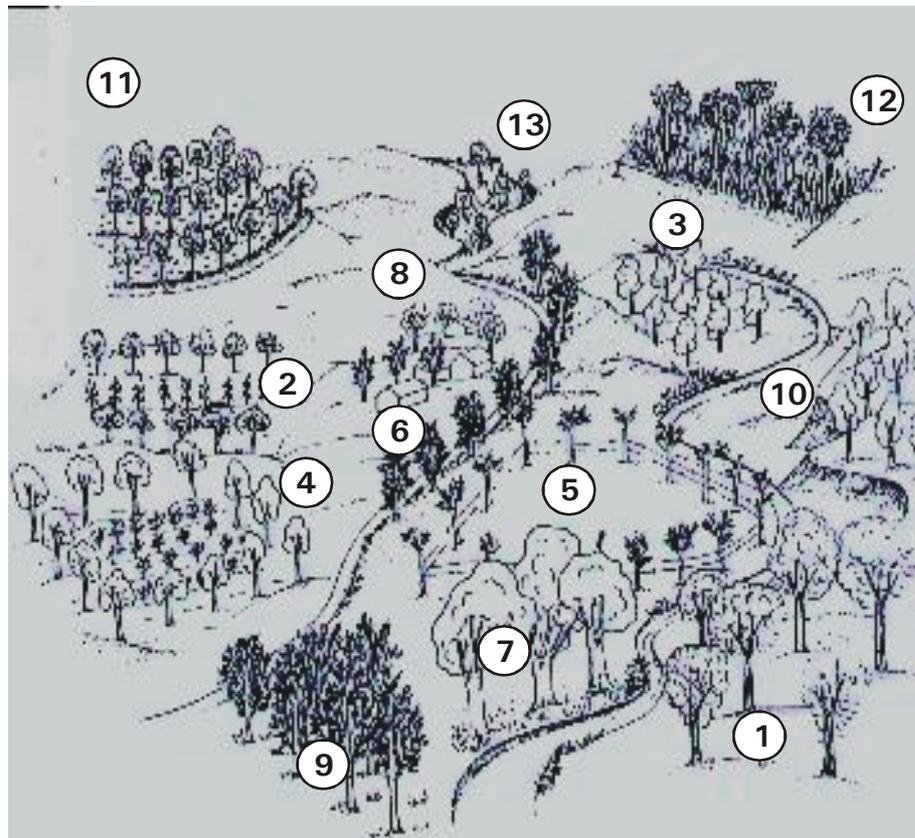
O **subsistema agroflorestal**, segundo Nair (1989b) pode ser entendido como uma parte do sistema agroflorestal com o papel, conteúdo e complexidade menor que o do sistema em si. Outra forma de entendê-lo é que cada um subsistema produz uma determinada necessidade básica do sistema. Um sistema regional poderá, portanto, ser composto de subsistemas de produção de forragem, subsistema de produção de energia, etc.

Prática agroflorestal, segundo Nair (1989b), consiste de uma operação específica do manejo de um sistema agroflorestal e normalmente é tida como um arranjo dos componentes agroflorestais no espaço e no tempo. Como afirma o autor, embora existam vários sistemas agroflorestais no mundo, existem somente algumas práticas agroflorestais que compõem os mesmos. Pode-se citar como exemplos, plantio em alamedas, árvores e arbustos em bosquetes, árvores ou arbustos utilizados em conservação de solo, quebra-ventos, etc. Um ponto importante citado pelo autor é que uma prática agroflorestal pode existir mesmo em um sistema de uso da terra que não seja agroflorestal.

O termo **tecnologia agroflorestal**, por sua vez, segundo Nair (1989b) significa uma inovação ou melhoramento, normalmente, através de uma intervenção científica que pode ser aplicada com vantagens no manejo de um sistema ou de uma prática. Como exemplo podemos citar uma espécie florestal melhorada que seja incluída em determinado sistema regional.

3. Práticas e Sistemas Agroflorestais

Existem diversas alternativas para a organização de sistemas agroflorestais em propriedades rurais, as quais descrevem-se a seguir. Elas aparecem ilustradas na Fig. 1.



- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| 1. Árvores dispersas | 8. Sombra |
| 2. Cultivo em aléias | 9. Quebra-ventos |
| 3. Plantação em linhas | 10. Estabilização de encontas |
| 4. Árvores de borda | 11. Barreiras em contorno |
| 5. Cerca viva | 12. Barreiras vivas |
| 6. Árvores de borda | 13. Controle de voçorocas |
| 7. Proteção d'água | |

Fonte: Adaptado de Martinez (1989).

Fig. 1. Alternativas de organização de sistemas agroflorestais na propriedade rural.

3.1. Associações de árvores e cultivos agrícolas

3.1.1. Árvores dispersas em forma irregular

Este tipo de sistema agroflorestal, normalmente, é praticado em pequenas propriedades rurais que utilizam o sistema de derrubada e queima em suas atividades agrícolas. Ela consiste na manutenção das espécies florestais de valor econômico que se regeneram na área utilizada. O plantio das espécies agrícolas é efetuado entre as florestais, com o auxílio de plantadeiras manuais. Neste caso, nem as espécies florestais nem seus espaçamentos são definidos pela natureza, pois dependerão da região onde se esteja praticando este tipo de sistema agroflorestal.

3.1.2. Árvores intercaladas

Na realidade, este tipo é uma modificação do sistema anterior. Neste caso as árvores são dispostas de forma regular e em maior número, uma vez que, deliberadamente, a espécie, o espaçamento e as técnicas de poda e desbaste são indicados. Este tipo de associação pode ter caráter temporário ou permanente. Como estamos tratando de plantio de árvores de forma deliberada, os objetivos podem ser diversos como para proporcionar sombreamento inicial ou permanente de culturas tolerantes à sombra, produção de material para adubação verde ou para cobertura morta, adição de nitrogênio ao sistema, produção de lenha e madeira, além de outros.

3.1.3. Árvores para sombra inicial e permanente

Alguns cultivos requerem um certo nível de sombra no início de seu crescimento. Por exemplo, o café, o cacau, o chá e o cardamomo. Neste caso, normalmente, tem-se dado prioridade ao uso de espécies florestais pioneiras. Estas são espécies de crescimento rápido, com ciclo de vida curto, como a bracatinga. Além desta espécie outras como *Leucaena* spp. e *Calliandra calothyrsus* têm sido muito utilizadas. Em alguns casos, essas espécies, além de propiciarem o serviço ecológico de sombreamento, também produzem lenha, bem como adubo verde para as espécies sombreadas. As espécies sombreadoras, quando utilizadas como “adubadeiras”, necessitam de podas freqüentes, e deposição de seus ramos no solo, que ao se degradarem, liberam nutrientes para o cultivo sombreado.

O espaçamento das espécies florestais para sombreamento inicial varia de acordo com os requisitos da espécie sombreada e com as condições de clima e solo do local do plantio. É comum o plantio de espécies sombreadoras em espaçamentos de 5 m a 7 m x 3 m a 4 m.

Algumas espécies agrícolas necessitam de sombra permanente. Para cumprir essa finalidade, dependendo da região, pode-se usar espécies sombreadoras como ingá (*Inga* spp.), louro (*Cordia alliodora*), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), eritrina (*Erythrina poeppigiana*), gliricidia (*Gliricidia sepium*), alnus (*Alnus* spp.), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), cipreste (*Cupressus lusitanica*), grevilea (*Grevillea robusta*) (Martinez,

1989), ipê-felpudo (*Zeyheria tuberculosa*), guapuruvu (*Schizolobium parahybae*), baguaçu (*Talauma ovata*), bandararra (*Schizolobium amazonicum*), pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia*), jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*), jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), araribá-rosa (*Centrolobium robustum*), araruva (*Centrolobium tomentosum*), louro-pardo (*Cordia trichotoma* - no máximo 100 plantas/ha), mandiocão (*Schefflera morototoni*), boleira (*Joanesia princeps*) e canafístula (*Peltophorum dubium*) (Carvalho, 1994). O espaçamento, neste caso, deve ser mais amplo, variando de 5 m a 10 m entre fileiras e 5 m a 8 m entre árvores, correspondendo a uma densidade de aproximadamente 125 a 400 plantas/ha. A exploração dessas espécies requer ciclos variáveis, podendo ir de dez a doze anos para umas e de quinze a vinte anos para outras. Espécies com grande ramificação, além da sombra, podem produzir lenha fina em podas anuais. Normalmente, nos desbastes, aproveita-se a madeira para postes e outras finalidades.

Tejwani (1994) sugere que certos nutrientes tornam-se mais disponíveis para as plantas do chá, por exemplo, através de suas micorrizas e fungos simbiotes, quando a intensidade de luz é reduzida. Conforme este autor, tem-se usado os seguintes componentes:

- a) para café: *Erythrina lithosperma* (sombra temporária), *Grevillea robusta* e *Albizia lebbek* (sombra permanente). Além dessas, outras espécies dos gêneros *Albizia*, *Acacia*, *Dalbergia*, *Enterolobium*, *Indigofera*, *Leucaena*, *Parkia*, *Peltophorum* e *Piptadenia* poderão ser testadas;
- b) para chá: *Albizia lebbek*, *Grevillea robusta*, *Indigofera teysmanii* e *Erithryna lithosperma*;
- c) para cacau: côco, palmáceas e espécies do gênero *Sesbania*;
- d) para pimenta-do-reino: *Erythrina indica*, *Gliricidia maculata*, e *Grevillea robusta*. Além delas são citadas: *Anacardium occidentale*, *Erythrina indica*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Mangifera indica*, *Moringa oleifera*, *Swietenia mahogani*, *Tamarindus indica*, *Terminalia catappa*, *Terminalia paniculata* e *Tectona grandis* (Abdul Salam et al em Tejwani 1994)
- e) para cardamomo: *Cedrella toona*, *Acrocarpus fraxinifolius*, *Albizia lebbek*, *Terminalia myriocarpa*.

3.1.4. Árvores em cultivos seqüenciais

Este sistema tem como objetivo a restauração do solo, a produção de lenha e até mesmo postes para uso rural. Normalmente, são indicadas para tais sistemas, espécies leguminosas. As seguintes espécies têm sido utilizadas em algumas ocasiões: *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *L. diversifolia* e *Guazuma ulmifolia*, associadas ou não a algumas árvores de valor madeireiro. Para esta prática, é conveniente o uso de espaçamentos densos como: 1 m x 2 m ou 2 m x 2 m, embora possam ser usados espaçamentos maiores a depender da situação. Como o objetivo final não é madeira para serraria, deve-se diminuir os custos fazendo semeadura direta.

A seqüência de atividades neste sistema tem sido a seguinte: 1) Limpa-se o terreno; 2) cultiva-se grãos pelo número de anos que a fertilidade do solo permitir; 3) um ano antes do pousio, plantam-se as espécies florestais simultaneamente com o cultivo agrícola; 4) colhe-se a cultura agrícola e; 5) a partir daí, deixa-se a área em pousio por cerca de oito a dez anos para recuperação da fertilidade do solo.

3.1.5. Plantios em linhas

O plantio em linhas consiste no plantio de espécies florestais distanciadas, de no mínimo, 10 m umas das outras e plantas espaçadas de 2 m a 3 m nas linhas. Entre as linhas, plantam-se espécies agrícolas anuais ou perenes, a depender da decisão do produtor, ou da fertilidade do solo. As espécies florestais devem ser podadas periodicamente visando o aumento da intensidade luminosa sobre os cultivos e a produção de madeira de boa qualidade.

Onde não há problemas de ventos fortes, as linhas de árvores devem ser dispostas no sentido leste-oeste para melhor aproveitamento da radiação solar. Em regiões com ventos fortes, deve-se fazer o plantio em ângulo de 45 a 90 graus em relação à direção do vento ou providenciar quebra-ventos periféricos.

Pode-se utilizar tanto espécies leguminosas, visando à fixação de nitrogênio e à proteção contra a erosão, como também espécies visando à proteção contra a erosão e à produção de madeira. Poderão ser utilizadas espécies produtoras de madeira como eucalipto, pinus, grevélea, liquidâmbar, louro-pardo, freijó de outros benefícios a ervamate. No Nordeste brasileiro, tem-se utilizado *Prosopis juliflora*, *Casuarina equisetifolia*, *Tamarindus indica* e *Terminalia cattapa*.

3.1.6. Árvores, com cultivos, em aléias

A técnica de cultivo em aléia conhecida, mais comumente, como "alley cropping" é uma variação do plantio em linha. Ela consiste na mistura de árvores de pequeno porte ou arbustos, podados freqüentemente. O objetivo principal é a produção de ("mulch") proveniente das podas periódicas que podem variar de duas a quatro por ano, a depender da região.

Normalmente, em alley cropping, são usadas espécies leguminosas fixadoras de nitrogênio, produtoras de folhagem abundante como *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Calliandra calothyrsus*, *Acacia* spp., ou outras espécies com tais características.

A disposição das linhas segue a mesma indicação descrita no item anterior.

3.1.7. Árvores como tutores vivos

Algumas culturas agrícolas como tomate, feijão-trepador, inhame, baunilha e pimentado-reino necessitam de tutores individuais ou para servirem de base para espaldeiras.

A diminuição dos estoques de madeira tem elevado o preço dos tutores. Como alternativa, pode-se utilizar tutores vivo. Para tal, é necessário escolher uma espécie que, além de poder ser plantada na forma de estaca, permita poda, seja fixadora de nitrogênio e tenha um sistema radicular compatível com aquele da cultura que a ela se fixará. Algumas espécies têm sido utilizadas com freqüência como *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* e *Caesalpinia velutina*. O espaçamento da espécie a ser utilizada como tutor vivo dependerá do sistema a ser implantado; no caso da pimenta-do-reino, segue-se o espaçamento da cultura; no caso de plantio para uso como espaldeira, o espaçamento é variável com o desejo do produtor.

3.1.8. Associação de culturas agrícolas de ciclo curto para diminuição dos custos de implantação do povoamento florestal

Originalmente, essa associação é uma prática agroflorestal que visa possibilitar a recuperação de florestas, combinando a produção de árvores e de cultivos agrícolas nos primeiros anos de estabelecimento, em plantios comunitários. Atualmente, ela tem sido usada para diminuição dos custos de implantação da espécie florestal.

No sistema Taungya, deve-se utilizar espécies produtoras de madeira para serraria como eucalipto, pinus, grevílea, liquidambar, louro-pardo, freijó, etc. Essas espécies florestais, desde que plantadas em espaçamentos abertos com, no mínimo, 3 m entre linhas e 2 m entre plantas, podem ser associadas com várias culturas agrícolas, especialmente nos primeiros anos de implantação. Também, pode-se plantar as espécies florestais em linhas duplas ou triplas, divergentes, distanciadas umas das outras por cerca de 14 m, com espaçamento entre plantas nas linhas variando de 1,5 m a 2,0 m. No último caso, permite-se maior entrada de radiação fotossinteticamente ativa, possibilitando melhor desenvolvimento das culturas associadas. Deve-se entender, todavia, que, para cada espécie florestal e para cada sítio, é necessário um desenho diferente.

Experiências com *Pinus radiata* (Borough, 1979) demonstraram que sistemas baseados em espaçamentos iniciais largos, desbastes precoces e pesados, com podas altas, superaram os tradicionais, produzindo madeira de boa qualidade, com bons resultados econômicos. Plantios com espaçamentos iniciais largos possibilitam o cultivo nas entrelinhas do povoamento florestal, numa associação mais duradoura que nos espaçamentos usuais retangulares ou quadrados. Em decorrência disto, realizaram-se várias pesquisas, principalmente, com espécies de *Pinus* e eucalipto. Grande parte delas mostraram-se potencialmente promissoras.

O eucalipto pode ser associado ao milho, desde que não se exagere na densidade da cultura agrícola (Gurgel Filho, 1962). A associação de três fileiras de milho na entrelinha de *Eucalyptus grandis* (3 m x 2 m) reduz os custos de implantação do eucalipto (Passos et al., 1992).

Cinco linhas de soja, espaçadas de 0,5 m, quando intercaladas com eucalipto, propiciaram uma diminuição do custo de controle das plantas daninhas, sem afetar a produção de madeira, cobrindo os custos de estabelecimento e propiciando, ainda, algum retorno financeiro (Couto et al., 1982). Uma associação desse tipo, com a

espécie arbórea plantada a 3 m x 2 m, não afetou o seu desenvolvimento e pareceu até acelerá-lo (Schreiner & Baggio, 1986). Em uma associação de *Eucalyptus grandis* (3 m x 3 m) com soja (400.000 plantas/ha), 18 meses após a instalação, o volume de madeira atingiu, em média, 49,3 m³/ha, contra 37,3 m³/ha, em plantio solteiro (Schreiner, 1989).

O feijão, em densidades de até 200 mil plantas/ha, associado com o *Eucalyptus grandis* (3 m x 2 m), pareceu acelerar o crescimento da espécie florestal nos primeiros três anos (Schreiner & Balloni, 1986). Nesse período, o volume de madeira estimado nos diversos modelos agroflorestais alcançou, em média, 150, 8 m³/ha, enquanto no plantio solteiro limitou-se a 125, 8 m³/ha.

A cultura do arroz, também, poderá ser sugerida para associação com o eucalipto. Stape & Martini (1992), por exemplo, associaram arroz com *Eucalyptus grandis*, obtendo um aumento na produção volumétrica do eucalipto em 5%, aos 52 meses, comparativamente ao plantio solteiro. A partir desses resultados, passou-se a utilizar a associação do arroz, tanto com *E. grandis* quanto com *E. saligna*, de forma comercial. Nos dois casos, a produção florestal foi superior ao plantio solteiro. A maior produtividade do eucalipto resultou numa maior Taxa Interna de Retorno (TIR) e num menor custo de produção para o consórcio. Os ganhos de produtividade, também, resultaram em menores custos de corte e remoção da madeira, em relação aos plantios solteiros.

Em Unai, MG, modificou-se o sistema de reflorestamento de uma fazenda, passando-se para um sistema agroflorestal em que *Eucalyptus urophylla* foi consorciado com grãos. O sistema agroflorestal mostrou-se compatível com a exploração florestal e viável, economicamente (Centro..., 1992).

Com relação a *Pinus*, são poucos os resultados de sua associação com culturas agrícolas no Brasil. Em Ponta Grossa, PR, associando-se *Pinus taeda* e milho, em latossolo vermelho-escuro, textura média, verificou-se a possibilidade de recomendar, com base técnica e econômica, o plantio de milho entre as linhas de *Pinus*, desde que em duas linhas espaçadas de 1,0 m, com densidade populacional de cinco plantas por metro linear, correspondente a 50.000 plantas/ha (Schreiner & Baggio, 1984; 1986).

Com base nestes trabalhos pode-se fazer as indicações a seguir mencionadas.

Em pequenas propriedades agrícolas, deve-se estabelecer pequenos talhões de espécies florestais produtoras de madeira de boa qualidade (por volta de um hectare), juntamente com a cultura agrícola para que o custo de implantação seja diminuído, haja produção de alimento e, através do cuidado com a cultura agrícola, se permita um desenvolvimento mais rápido da espécie florestal. Em qualquer situação, o material de plantio deverá ser de boa qualidade. Sem isso se inviabiliza o uso de espaçamentos largos no início do plantio. O plantio das árvores poderá ser feito em linhas simples ou duplas. No caso de linhas simples, o arranjo inicial das árvores no povoamento pode variar de quadrado (3 m x 3 m) a retangular (4 m x 2 m) e, no caso de linhas duplas, recomenda-se espaçamentos, entre essas, a partir de 12 m e espaçamentos variando de 3 m x 1,5 m ou 4,5 m x 1,5 m a 2,0 m, dentro das mesmas.

Um sistema com grandes possibilidades é a associação de eucalipto, pinus, grevílea ou outra espécie indicada para a região, com culturas agrícolas nos primeiros anos, desde que se estabeleça um programa de desbaste e de poda adequados. Esses sistemas devem ter desbastes programados para produção de lenha, postes e mourões, deixando-se, ao final, cerca de 100 a 200 árvores/ha, no máximo. Esses sistemas, além de proporcionarem uma associação duradoura da espécie florestal com a cultura agrícola, quando em linhas duplas, possibilitam a sua transformação em uma atividade agrosilvipastoril com a substituição do cultivo agrícola por pastagem, principalmente aquelas que tolerem o sombreamento.

Deve-se selecionar, dentre as espécies de eucalipto promissoras para a região, aquelas que melhor se adaptem à utilização em sistemas agroflorestais. Devem ser espécies que tenham maior permeabilidade de copa e sejam pouco exigentes em nutrientes. O eucalipto por ser uma espécie com capacidade de rebrota, será importante para utilização com outras espécies florestais em quebra-ventos para proteção de galpões avícolas, do solo e dos animais. Sistemas silviapícolas utilizando eucalipto como espécie forrageira, também, deverão ser recomendados nessa circunstância.

No caso de propriedades florestais, a prioridade é florestal e, portanto, seu espaçamento deverá ser o mais indicado para produção de madeira. A espécie agrícola de ciclo curto entra no sistema com a única finalidade de diminuir os custos de implantação do povoamento florestal. O período de associação agroflorestal, portanto, é curto, durando no máximo três anos, a depender dos componentes do sistema.

No caso de grandes empresas verticalizadas, estas, provavelmente, não farão opção por sistemas de produção agroflorestais, mas podem indicá-los para produtores pequenos e médios, seus eventuais fornecedores.

3.2. Associação de florestas com leguminosas de cobertura para proteção do solo

A associação de espécies florestais com leguminosas para cobertura de solo parece ser um pouco complicada. Estudos realizados em Dionísio, MG, não mostraram benefício significativo das leguminosas (crotalária, mucuna-anã, puerária e calopogônio) no crescimento do eucalipto, em razão de uma possível concorrência por nutrientes e água (Netto et al., 1992). Quanto mais matéria seca produziam as leguminosas, mais influenciavam negativamente no desenvolvimento do eucalipto.

No município de Campo do Tenente, PR, a associação de leguminosas tropicais exceto a mucuna com *Pinus elliottii*, mostrou uma tendência a favorecer o desenvolvimento dessa espécie arbórea. No entanto, benefícios significativos foram verificados somente até 33 meses após a implantação (Schreiner & Baggio, 1986; Schreiner, 1988).

3.3. Associação de culturas agrícolas com espécies florestais destinadas à produção de produtos não lenhosos

Muitas áreas, hoje em exploração, com cultivos agrícolas de ciclo curto, por não terem aptidão para esse tipo de exploração, deveriam, desde o início, ter sido destinadas ao plantio de espécies florestais, preferencialmente em sistemas agroflorestais. Um tipo de associação deste grupo é o sistema agroflorestal da erva-mate com outras culturas de valor econômico. Vários trabalhos foram realizados com este sistema agroflorestal tanto no caso da associação com culturas agrícolas de ciclo curto quanto com coberturas verdes de solo para períodos de inverno e verão (Baggio et al., 1982; Schreiner & Baggio, 1986; Schreiner, 1988; Floss & Da Croce, 1992; Barrichelo & Kretcheck, 1992; Da Croce & Nadal, 1992). Com base nesses trabalhos, pode-se fazer as seguintes recomendações:

- no estabelecimento de sistemas agroflorestais de erva-mate com culturas agrícolas, deve-se dar preferência às culturas do feijão e da soja, por serem leguminosas e por serem de pouca altura, não interferindo na abertura da copa da erva-mate;
- como a cultura do trigo é uma opção de inverno comum na região sul, é importante que se valide, nessa região, o sistema agroflorestal erva-mate com trigo e soja ou feijão;
- nos sistemas agroflorestais da erva-mate com cultivos agrícolas, o espaçamento da espécie florestal deve ser de 1,5 m na rua e, entre ruas, de 6 m, pois, desta forma, poder-se-á reduzir o espaçamento para 3 m x 1,5 m, em cultivo solteiro, dobrando-se a densidade, se as condições de mercado assim exigirem;
- deve-se começar a avaliar o plantio da erva-mate em áreas de plantio direto como possível opção no futuro;
- os produtores que desejarem trabalhar com o sistema agroflorestal erva-mate e milho devem plantar apenas duas linhas centrais de milho, colocando, nos espaços restantes, próximo das erveiras, culturas de feijão ou de soja;
- é necessário estudar, a longo prazo, a influência das coberturas de inverno e de verão sobre a erva-mate, para que se possa estabelecer sistemas agroflorestais de maior sustentabilidade econômica e ecológica;
- o desenvolvimento da erva-mate consorciada precisa ser monitorado a médio prazo, em comparação com cultivos solteiros e, nas mesmas condições de solo e clima, para que possa se estudar sua sustentabilidade.

3.4. Sistema de árvores para proteção

As árvores podem ser utilizadas com vários objetivos de proteção em uma propriedade. Elas podem ser usadas como cercas vivas, como quebra-ventos para protegerem cultivos agrícolas ou animais, como barreiras vivas para proteção de solos e como árvores em contorno para proteção de cultivos agrícolas.

3.4.1. Cercas vivas

O uso de cercas vivas é uma prática muito utilizada nos trópicos, principalmente em regiões de agricultura mais pobre. Várias são as espécies utilizadas como cercas vivas. Dentre elas, pode-se citar a *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá ou sansão-do-campo), *Peireskia aculeata* (quiabento) e *Euphorbia gymnoclada* (avelós) (Lima, 1994). A escolha da espécie deve ser feita com base em algumas características como tolerância à poda e presença de espinhos para dificultar a entrada ou saída de animais e pessoas. O espaçamento de plantio, normalmente, é estreito mas deve variar com a espécie e com o local onde ela será instalada. No caso do sabiá, o espaçamento entre plantas nas linhas é cerca de 20 cm. Uma boa adubação orgânica, no plantio, deve ser feita para aumentar a velocidade de crescimento da cerca.

3.4.2. Cercas de mourões-vivos

As cercas de mourões vivos têm os mesmos objetivos da cerca viva, mas as espécies, normalmente utilizadas, diferem de um local para outro. Dependendo do local pode-se escolher uma das espécies relacionadas a seguir (Tabela 1); a distância entre plantas pode variar entre 1 m e 3 m.

Tabela 1. Espécies indicadas para uso como mourões vivos.

Espécie	Referência bibliográfica
<i>Anacardium occidentale</i>	Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 71); Beer & Somarriba (1984), em Fassbender (1993)
<i>Bursera simaruba</i>	Martinez (1989); Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 70, 71),
<i>Cassia grandis</i>	Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 71); Beer & Somarriba (1984), em Fassbender (1993)
<i>Cassia siamea</i>	Martinez (1989)
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Martinez (1989); Kosarik (1994)
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Martinez (1989); Sauer (1976), em Fassbender (1993, p.70, 71),
<i>Cedrela odorata</i>	Fassbender (1993, p.70)
<i>Cordia alliodora</i>	Beer & Somarriba (1984), em Fassbender (1993, p.70)
<i>Cupressus arizonica</i>	Kosarik (1994)
<i>Cupressus lusitanica</i>	Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 70, 71),
<i>Cupressus sempervirens</i>	Kosarik (1994)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Ledesma (1994)
<i>Erythrina</i> spp.	Beer et al. (1989); Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 71); Ledesma (1994)
<i>Eucalyptus</i> spp.	Martinez (1989); Kosarik (1994)
<i>Eugenia jambos</i>	Fassbender (1993, p.70)
<i>Fraxinus</i> spp.	Kosarik (1994)

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Espécie	Referência bibliográfica
<i>Gliricidia sepium</i>	Martinez (1989); Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 71); Beer et al. (1989), em Fassbender (1993, p. 70 e 71); Beer & Somarriba (1984) em Fassbender (1993); Ledesma (1994)
<i>Grevillea robusta</i> ; <i>Guazuma ulmifolia</i>	Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 71); Kosarik (1994)
<i>Inga spectabilis</i>	Martinez (1989)
<i>Juniperus comunis</i>	Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 71), Kosarik (1994)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fassbender (1993, p.70)
<i>Mangifera indica</i>	Fassbender (1993, p. 70)
<i>Melia azedarach</i>	Kosarik (1994)
<i>Moringa oleifera</i>	Martinez (1989)
<i>Phyllostachys bambusoides</i>	Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 71),
<i>Pinus spp.</i>	Kosarik (1994)
<i>Pithecelobium dulce</i>	Fassbender (1993, p.70)
<i>Platanus acerifolia</i>	Kosarik (1994)
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Kosarik (1994)
<i>Salix humboldtiana</i> ; <i>Schinus molle</i>	Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 71); Ledesma (1994)
<i>Spatodea campanulata</i>	Fassbender (1993, p.70)
<i>Spondias purpurea</i>	Beer et al. (1989), em Fassbender (1993, p. 71); Beer & Somarriba (1984), em Fassbender (1993)
<i>Spondias spp.</i>	Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 70, 71),
<i>Syzygium jambos</i>	Sauer (1976), em Fassbender (1993, p. 71),
<i>Tabebuia pentaphylla</i>	Beer & Somarriba (1984), em Fassbender (1993)
<i>Tabebuia rosea</i>	Sauer (1976), em Fassbender (1993, p.70, 71),
<i>Tectona grandis</i>	Martinez (1989); Fassbender (1993, p.70),

3.4.3. Quebra-ventos

De acordo com Nair (1989c), quebra-ventos são estreitas faixas de árvores, arbustos e/ou gramíneas plantadas para proteger campos de produção, casas, canais e outras áreas do vento e de rajadas de areias. Os "shelterbelts" (cinturões protetores) são quebra-ventos formados por grandes extensões de várias linhas de árvores ou arbustos, plantadas perpendicularmente à direção dos ventos predominantes.

A utilidade dos quebra-ventos tem sido demonstrada em diferentes condições climáticas e, normalmente, é associada a condições de aridez, onde a velocidade do vento causa erosão e prejuízos ao ambiente e cultivo agrícola. É necessário considerar a variação das condições climáticas e as características silviculturais na seleção de uma espécie para uso em quebra-ventos. As árvores devem ser resistentes aos ventos, às pragas e às enfermidades, além de ter raízes profundas, ser de rápido desenvolvimento e frondosas (perenifólias). Essas espécies não devem exercer competição com o cultivo agrícola quanto aos nutrientes e à água. Além disso, elas devem produzir madeira, postes, lenha, frutos comestíveis, forragem, etc.

O quebra-vento deve ter uma certa permeabilidade ao vento. Quando impermeável, ele faz com que o vento, ao passar pela parte mais alta da barreira, provoque turbulências fortes que podem causar danos aos cultivos. Portanto, as espécies selecionadas não devem ter folhagem nem ramificações demasiadamente densas. Quando isto não for possível, deve-se prever um programa de podas e raleios ou adotar espaçamentos mais amplos no plantio.

Os quebra-ventos, quando compostos de apenas uma fileira, normalmente são pouco eficientes em termos de distância protegida. Nessa opção, deve-se cuidar para que a barreira não contenha falhas. Além disso, a espécie selecionada deve ter folhagem persistente desde a base até o ápice.

A forma piramidal, do perfil transversal, dos quebra-ventos com duas ou mais fileiras, quando se planta a espécie mais alta na fileira central, dá maior eficiência aerodinâmica aos mesmos. Esses desenhos, apesar de terem a desvantagem de ocupar maior área de terra, possibilitam o uso de espécies de usos múltiplos nas fileiras laterais e espécies madeiráveis nas fileiras centrais, melhorando, assim, a renda do produtor a longo prazo. Um quebra-vento bem desenvolvido e diversificado pode prover produtos de utilidade como madeira, frutos, forragem, fibra e mel.

Johnson & Tarima (1995) citam várias espécies comprovadas em sistemas de quebra-ventos. Dentre elas, as consideradas mais apropriadas para o Brasil são citadas nas Tabelas 2, 3 e 4.

Outras espécies como *Paulownia* spp. (Nair, 1993), principalmente a *P. elongata* (Chinese..., 1986), plantada em dois milhões de hectares, na China, para proteção do trigo, *Cocus nucifera*, *Psidium guajava*, *Mimosa caesalpinifolia* (Lima, 1994), *Populus* spp. (Kosarik, 1994), também, têm sido utilizadas.

Tabela 2. Espécies florestais aptas para utilização em quebra-ventos para regiões semi-áridas⁽¹⁾.

Tipos e formas de uso		
Cortinas de uma fileira	Proteção de cortinas naturais ou cortinas de três fileiras	Fileiras centrais ou enriquecimento de cortinas naturais
<i>Azadiractha indica</i>	<i>Azadiractha indica</i>	<i>Anadenanthera colubrina</i>
<i>Bixa orellana</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Myracrodruon urundeuva</i>
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	<i>Grevillea robusta</i>	<i>Cordia alliodora</i>
<i>Casuarina equisetifolia</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Eucalyptus tereticornis</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Senna spectabilis</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>
<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Senna siamea</i>	<i>Melia azedarach</i>
<i>Mangifera indica</i>	<i>Tipuana tipu</i>	<i>Tipuana tipu</i>
<i>Melia azedarach</i>		
<i>Senna siamea</i>		
<i>Senna spectabilis</i>		
<i>Tipuana tipu</i>		

⁽¹⁾Precipitação média anual < 1.000 mm.

Extraído e adaptado de Johnson & Tarima (1995).

Tabela 3. Espécies florestais aptas para utilização em quebra-ventos para regiões sub-úmidas⁽¹⁾.

Cortinas de uma fileira	Tipos e formas de uso	
	Fileiras laterais de cortinas naturais ou de três fileiras	Fileiras centrais ou enriquecimento de cortinas naturais
<i>Anacardium occidentale</i>	<i>Azadirachta indica</i>	<i>Anadenanthera colubrina</i>
<i>Azadirachta indica</i>	<i>Bixa orellana</i>	<i>Myracrodruon urundeuva</i>
<i>Bixa orellana</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>	<i>Calophyllum brasiliense</i>
<i>Calliandra calothyrsus</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Cariniana estrellensis</i>
<i>Casuarina equisetifolia</i>	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Cedrela fissilis</i>
<i>Colubrina glandulosa</i> var. <i>lutzii</i>	<i>Grevillea robusta</i>	<i>Copaifera langsdorffii</i>
<i>Erythrina poeppigiana</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Cordia alliodora</i>
<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Inga</i> spp.	<i>Cordia trichotoma</i>
<i>Gmelina arborea</i>	<i>Tipuana tipu</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
<i>Grevillea robusta</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Mangifera indica</i>	<i>Genipa americana</i>
<i>Inga</i> spp.	<i>Salix humboldtiana</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>
<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Senna spectabilis</i>	<i>Hura crepitans</i>
<i>Mangifera indica</i>	<i>Senna siamea</i>	<i>Hymenea courbaril</i>
<i>Melia azedarach</i>	<i>Tipuana tipu</i>	<i>Melia azedarach</i>
<i>Senna spectabilis</i>		<i>Schizolobium amazonicum</i>
<i>Senna siamea</i>		<i>Swietenia macrophylla</i>
<i>Salix humboldtiana</i>		<i>Tabebuia serratifolia</i>
<i>Tipuana tipu</i>		<i>Tectona grandis</i>
		<i>Terminalia amazonica</i>
		<i>Terminalia ivorensis</i>
		<i>Tipuana tipu</i>

⁽¹⁾ Precipitação média anual entre 1.000-1.500 mm.
Extraído e adaptado de Johnson & Tarima (1995).

Tabela 4. Espécies florestais aptas para utilização em quebra-ventos para regiões úmidas⁽¹⁾.

Cortinas de uma fileira	Fileiras laterais de cortinas naturais ou de três fileiras	Fileiras centrais ou enriquecimento de cortinas naturais
<i>Acacia mangium</i>	<i>Acacia mangium</i>	<i>Acacia mangium</i>
<i>Anacardium occidentale</i>	<i>Bixa orellana</i>	<i>Anadenanthera colubrina</i>
<i>Bixa orellana</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>	<i>Myracrodruon urundeuva</i>
<i>Casuarina equisetifolia</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Calophyllum brasiliense</i>
<i>Colubrina glandulosa</i> var. <i>lutzii</i>	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Cedrela fissilis</i>
<i>Erythrina fusca</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Ceiba pentandra</i>
<i>Erythrina poeppigiana</i>	<i>Inga</i> spp.	<i>Copaifera langsdorff</i>
<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Cordia alliodora</i>
<i>Gmelina arborea</i>	<i>Mangifera indica</i>	<i>Cordia trichotoma</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Salix humboldtiana</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
<i>Inga</i> spp.	<i>Senna siamea</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>
<i>Leucaena leucocephala</i>		<i>Genipa americana</i>
<i>Mangifera indica</i>		<i>Guazuma ulmifolia</i>
<i>Salix humboldtiana</i>		<i>Hura crepitans</i>
<i>Senna siamea</i>		<i>Hymenaea courbaril</i>
		<i>Jacaranda copaia</i>
		<i>Schizolobium amazonicum</i>
		<i>Swietenia macrophylla</i>
		<i>Tabebuia serratifoli</i>
		<i>Tectona grandis</i>
		<i>Terminalia amazonica</i>
		<i>Terminalia ivorensis</i>

⁽¹⁾ Precipitação média anual > 1.500 mm.

Extraído e adaptado de Johnson & Tarima (1995).

3.4.4. Barreiras vivas

Prática muito usada em conservação do solo, as barreiras vivas podem ser combinadas com outras práticas de conservação como terraços e cordões vegetados. Também, podem ser usadas para recuperação ou estabilização de solos em terrenos muito inclinados ou para proteção de fontes de água. Normalmente, elas são associadas a plantios de gramíneas como capim elefante, capim napier e citronela. Outro tipo de barreira consiste no plantio alternado de linhas de árvores seguindo as curvas de nível e linhas de capim para contenção de erosão. Conforme Martinez (1989), para o cálculo da largura de cada barreira e das suas distâncias, pode-se basear nos dados da Tabela 5.

Tabela 5. Cálculo da largura das barreiras vivas e das distâncias entre elas em função da inclinação do terreno e da precipitação média anual.

Pendente (%)	0-600 mm pma ⁽¹⁾		600-1.000 mm pma		Mais de 1.000 mm ppa	
	Largura (m)	Distância (m)	Largura (m)	Distância (m)	Largura (m)	Distância (m)
0	2	50	2.4	45	3	40
5	4	47	2.8	42	6	38
10	5	43	6.0	39	7.5	34
20	8	38	9.6	34	12.0	30
30	10	33	12.0	30	15.0	26
40	13	28	15.6	25	19.5	22
50	17	24	20.4	22	25.5	19
60	20	20	24.0	18	30.0	16

⁽¹⁾ Precipitação média anual.

As espécies mais utilizadas em barreiras vivas são *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Casuarina equisetifolia*, *C. cunninghamiana* e fruteiras como tamarindo, maçã e manga.

Nair (1989d) cita algumas espécies usadas no Nepal, das quais foram selecionadas algumas com possibilidade de uso no Brasil (Tabela 6).

Tabela 6. Espécies arbóreas utilizadas em barreiras vivas no Nepal, que poderão ser testadas nas condições brasileiras⁽¹⁾.

Nome botânico	Uso principal
<i>Bambusa</i> spp.	Forragem, energia e madeira
<i>Bauhinia</i> spp.	Forragem, energia e fruto comestível
<i>Mangifera indica</i> (1)	Fruto comestível e energia
<i>Psidium guajava</i>	Fruto comestível e energia
<i>Prunus persica</i>	Forragem, energia
<i>Gmelina arborea</i> (1)	Forragem e energia
<i>Melia azedarach</i>	Energia e forragem
<i>Syzygium</i> spp.	Forragem e energia
<i>Fraxinus floribunda</i>	Energia e madeira
<i>Prunus Domestica</i>	Fruto comestível e energia
<i>Erythrina variegata</i>	Forragem e energia
<i>Ziziphus jujuba</i>	Forragem e fruto comestível

⁽¹⁾ Adaptado pelo autor.

3.4.5. Árvores em contorno

O uso de árvores em contorno tem diferentes objetivos: 1) proteção contra ventos; 2) delimitação de terras para diferentes usos; 3) delimitação de propriedades, além da função produtiva das árvores. As espécies variam com o local, podendo-se combinar produtoras de madeira comercial como *Tectona grandis*, *Cupressus* spp., *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp., dentre outras, com espécies para produção de lenha e postes como leucena e uma variedade de eucaliptos. Pode-se, ainda, plantar espécies para proteção contra ventos como as casuarinas. A distancia de plantio varia desde 2 m x 2 m até 3 m x 3 m. Pode-se indicar uma rua simples de *Pinus*, em espaçamento de 3 m a 4 m entre plantas, com uma linha complementar de *Cryptomeria japonica*, plantada a 3 m da linha de *Pinus*, com o mesmo espaçamento entre plantas mas, plantada de forma desencontrada com a linha de *Pinus*. Os *Pinus* são podados até 6 m a 8 m e a espécie complementar é usada para bloquear falhas que porventura venham a ocorrer.

3.5. Bancos forrageiros

Bancos forrageiros são plantios homogêneos, plantados em altas densidades, com espécies de alto valor forrageiro, com alta produção de biomassa, proteína crua total e proteína crua digestível, além de outros produtos de uso na propriedade. É conveniente utilizar espécies fixadoras de nitrogênio que permitam o plantio intercalado de pasto para corte.

Há duas formas de aproveitamento dos bancos forrageiros: 1) pastejo direto; 2) corte para dar aos animais, fora da área de plantio. O sistema de aproveitamento, a fertilidade natural do solo, assim como a possibilidade de fertilização, definem a distância de plantio e as espécies. As espécies mais usadas são *Leucaena*

leucocephala, *Gliricidia sepium*, *Calliandra calothyrsus*, *Erithrina poeppigiana*, *Brosimum alicastrum* e *Guazuma ulmifolia*. Para corte pode-se usar aproximadamente 5.000 a 10.000 plantas/ha e para pastejo direto deve-se usar uma densidade de aproximadamente 2.500 a 5.000 plantas/ha. O primeiro corte deve ser feito a partir de seis meses a um ano após o plantio, para que haja fortalecimento do sistema radicular.

3.6. Hortos caseiros ou pomares domésticos

Hortos ou pomares domésticos são práticas agroflorestais antigas e se constituem de uma mistura de espécies para os mais variados objetivos, tais como alimentação humana e animal, uso medicinal, lenha, e outros. Não se pode pré estabelecer desenhos definitivos para os pomares domésticos agroflorestais, uma vez que são formados dinamicamente por tentativas e acertos. Deve-se, no entanto, selecionar, para cada região, espécies madeireiras sombreadoras, medicinais tolerantes à sombra, alimentares tolerantes à sombra, frutíferas que possam se desenvolver como agricultura de borda, para que os produtores façam seus desenhos.

Faasbender (1993), cita as espécies componentes de hortos caseiros na Costa Rica, separando-as, inclusive, por altura. Como exemplo, existem algumas que poderão ser utilizadas no Brasil:

a) Espécies com altura menor do que 50 cm de altura

Amendoim (*Arachis hypogaea*), repolho (*Brassica oleracea*), salvia (*Buddleia americana*), cenoura (*Daucus carota*), alface (*Lactuca sativa*), menta (*Mentha* spp.), fumo (*Nicotiana tabaco*), nabo (*Raphanus sativus*), gengibre (*Zingiber officinale*), batata doce (*Ipomoea* spp.).

b) Espécies com altura de até 3 m de altura

Urucum (*Bixa orellana*), guandu (*Cajanus cajan*), pimentão (*Capsicum annum*), café (*Coffea* spp.), pepino (*Cucumis sativus*), inhame (*Dioscorea* spp.), algodão (*Gossypium* spp.), hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), cravo (*Syzygium aromaticum*), cacau (*Theobroma cacao*), milho (*Zea mays*) e feijão-caupi (*Vigna* spp.).

c) Espécies com altura de até 15 m de altura

Castanheira (*Terminalia cattapa*), azeitona (*Simarouba glauca*), bambú (*Bambusa* spp.), citros (*Citrus* spp.), inga (*Inga* spp.), pessego (*Prunus persica*), guazuma (*Guazuma ulmifolia*), genipapo (*Genipa* spp.), goiaba (*Psidium guajava*), cajú (*Anacardium occidentale*), mamão (*Carica papaya*), tamarindo (*Tamarindus indica*), sapoti (*Pouteria* spp.), graviola (*Annona* spp), cajá (*Spondias* spp.), etc.

d) Espécies de até 30 m de altura

Abacate (*Persea americana*), cipreste (*Cupressus lusitanica*), côco (*Cocos nucifera*), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), guapuruvú (*Schizolobium parahybae*), *Enterolobium cyclocarpum*, louro (*Cordia alliodora*), manga (*Mangifera indica*), pinus (*Pinus* spp.), teca (*Tectona grandis*), jambo (*Syzygium jambos*), etc.

3.7. Árvores esparsas para sombreamento em pastagens

É um sistema muito difícil de ser adotado pelos produtores, devido à grande dificuldade de implantação em áreas onde já exista a pastagem. Os gastos com proteção e com a produção de mudas altas são os principais empecilhos. Sua utilização fica facilitada quando os produtores iniciam o processo de renovação de seus pastos. Normalmente, estes agricultores utilizam a área por dois a três anos na área, para depois voltarem a semear suas pastagens. Neste intervalo, as árvores plantadas no primeiro ciclo de produção escapam do alcance dos animais. Normalmente, utilizam-se espécies leguminosas no espaçamento de cerca de 15 m x 15 m. No nordeste brasileiro, tem-se usado *Bauhinia* spp (mororó) e *Spondias tuberosa* (Lima, 1994), na Argentina *Pinus* spp., *Araucaria angustifolia*, *Melia azedarach*, *Toona ciliata*, *Paulownia tomentosa* e *Eucalyptus grandis* e, no Paraguai, *Toona ciliata*, *Grevillea robusta*, *Leucaena leucocephala*, *Cordia trichotoma*, *Peltophorum dubium* e *Albizia hasslerii*. Outras espécies recomendáveis são *Centrolobium microchaete*, *C. tomentosum*, *C. robustum*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Samanea saman*, *Guazuma ulmifolia*, *Tipuana tipu* e *Hovenia dulcis*

3.8. Árvores em bosquetes para sombreamento de pastagens

O uso de árvores em bosquetes é a forma mais fácil de convencer o pecuarista a estabelecer sombra para seus animais. Sua implantação é fácil e consta dos seguintes passos: 1) vedação da área com cerca; 2) plantios das espécies; 3) desbaste para produção de lenha fina ou outros produtos; e 4) liberação da área, três a quatro anos após o plantio. A *Guazuma ulmifolia* é uma espécie promissora por crescer rapidamente, tolerar poda e produzir frutos comestíveis. Na Região Sul, no entanto, a maioria dos bosquetes são de eucalipto, talvez pelo seu crescimento mais rápido.

3.9. Árvores intercaladas com pastagens

No Brasil, conforme Schreiner (1995), o *Pinus* se destina, principalmente, à indústria de celulose e papel, sendo cultivado num espaçamento de 3 m x 2 m. Com uma densidade de 1667 árvores/há, há pouca quantidade de radiação que atinge o piso do povoamento, na fase mais jovem, limitando o crescimento da pastagem e o estabelecimento de sistemas silvipastoris. Em outros países, no entanto, a associação

de espécies florestais com pastagem tem sido uma alternativa muito estudada e difundida. Nesse caso, pode-se partir de desenhos tradicionais com espaçamentos quadrados, retangulares ou outros considerando o plantio de linhas duplas ou triplas, plantadas em quincôncio. É primordial que se plante material de boa procedência pois somente assim será possível iniciar um plantio com um estande menor.

O plantio em linhas duplas de *Pinus*, associadas com pastagem, de acordo com trabalhos realizados na Geórgia e na Flórida, tem-se mostrado uma alternativa promissora. Ele permite uma densidade populacional desejável para as árvores e boa penetração de luz para as pastagens. Lewis et al. (1985) compararam três plantios com linhas simples e três com linhas duplas. Em nenhum dos casos a altura e o diâmetro das árvores diferiram daquelas existentes em outras populações da região. Estimativas de área basal e de volume indicaram que o maior volume de madeira foi produzido no espaçamento de (1,2 m x 2,4 m) x 12,2 m e o menor naquele de (0,6 m x 2,4 m) x 26,8 m. Nos plantios em linhas duplas, a produção de forragem foi maior. Em alguns plantios em linhas duplas, a produção de madeira igualou-se à dos sistemas usuais na região (2,4 m x 3,7 m). Esse trabalho teve continuidade até o povoamento atingir 18 anos de idade e os resultados mostraram uma boa correlação entre a área de projeção da copa e o volume do tronco; entre estes e a penetração da luz; e entre a temperatura do solo e a penetração da luz. Estes resultados indicam que o manejo das copas pode ser feito visando à otimização do crescimento da árvore e à otimização da disponibilidade de luz para as forrageiras (Sequeira & Gholz, 1991). Estes sistemas são exemplos típicos de utilização da agrofloresta e, de acordo com Tustin et al. (1979), na Nova Zelândia, eles constituem alternativas para produzir madeira e carne (ou leite), na mesma área, com rendimentos maiores que os possíveis em cada um deles, separadamente.

Na Austrália, apesar do interesse pelos sistemas silvipastoris não ser tão grande quanto na Nova Zelândia, Applegate & Nicholson (1988) observaram que o balanço entre os custos de estabelecimento e manejo deste sistema, até os 39 meses de idade, e as receitas provenientes de desbastes, venda de gado e de madeira no final da rotação, pode proporcionar boas margens de renda. Nos Estados Unidos da América existem muitos trabalhos que mostram a viabilidade de sistemas silvipastoris com *Pinus* spp. No início da década de oitenta, um estudo feito em Louisiana, demonstrou que gado, animais selvagens e madeira poderiam ser produzidos com proveito numa mesma área (Pearson, 1982).

No Brasil as tentativas feitas não têm considerado a possibilidade do plantio das espécies florestais em linhas duplas ou triplas. Estudando a associação de eucalipto com brachiaria e gado de corte em Bocaina, SP, observou-se, após um ano da introdução dos animais, um ganho de peso de apenas 13 kg de peso vivo por hectare. O pastejo, praticamente, não teve efeito sobre o solo e sobre as árvores (Schreiner & Baggio, 1986). No entanto apesar do baixo ganho de peso, dos animais esse sistema pode diminuir os custos da proteção contra incêndios, uma vez que os animais diminuem a vegetação do piso florestal e reduzem os riscos de incêndios.

Em Montes Claros, MG, num latossolo vermelho-amarelo, muito intemperizado, associou-se *Eucalyptus cloeziana*, no espaçamento de 3 m x 1,5 m com pastagens, a partir do segundo ano. Não houve prejuízo aos eucaliptos e as produções dos capins

guiné, brachiarão e gordura, no sub-bosque, foram satisfatórias; o último cobriu melhor o solo e concluiu-se que a implantação de forrageiras em reflorestamentos, com dois anos de idade, é tecnicamente viável (Garcia & Couto, 1992). A associação de eucalipto, bovino e ovinos em Dionísio, MG, reduziu de 52% a 93% o custo de implantação e de manutenção do povoamento florestal (Garcia & Couto 1992). Nos primeiro dois anos, a adoção de qualquer um dos sistemas (pastejo de bovinos e/ou ovinos) não afetou o desenvolvimento do eucalipto. Além disso, a sobrevivência das árvores de eucalipto não foi influenciada pela presença dos animais nas áreas e a compactação do solo só foi percebida nas camadas superficiais.

Em Imbituva, PR, estudou-se, por vários anos, uma associação de *Pinus elliottii*, pastagem nativa e gado de corte, constatando-se que nenhuma árvore foi injuriada pelos animais. A presença dos mesmos não afetou o desenvolvimento do *Pinus*. A associação, que se mostrou econômica e tecnicamente viável, reduziu o material combustível diminuindo o risco de incêndios e propiciou uma produção de carne da ordem de 30 a 40 kg/ha.ano.

Em um sistema silvipastoril, em Imbituva, PR, com 50 bovinos magros introduzidos em pasto natural regenerado sob povoamento de *Pinus elliottii*, espaçado de 3 m x 3 m, com três anos de idade, a perda na produção de madeira foi muito pequena (4,5%) e, apesar da produção de peso vivo do gado haver reduzido, sensivelmente, com o passar dos anos, o sistema mostrou-se promissor, principalmente, porque a altura da vegetação do sub-bosque foi sensivelmente reduzida, de modo a minimizar os riscos de incêndio, bem como os custos de sua prevenção (Baggio & Schreiner, 1988).

São comuns, em nosso país, áreas que, por má utilização e sem rentabilidade com culturas agrícolas, encontram-se hoje em estado de abandono. Estas áreas, apesar de não mais produtivas para a finalidade inicial, são plenamente satisfatórias para utilização em sistemas silvipastoris. Sugere-se, nesse caso, o estabelecimento de sistemas tendo como espécies principais o *Pinus* e o *Eucalyptus*, em espaçamentos iniciais amplos, tais como em linhas duplas espaçadas de 12 m, para possibilitar o estabelecimento de forrageiras para alimentação animal. Esses sistemas podem ser feitos tanto para utilização direta da pastagem pelos animais, quanto para produção de feno ou capim para corte nas entrelinhas das espécies florestais. Sistemas silvipastoris com eucalipto devem ser implantados somente em regiões onde não ocorra déficit hídrico prolongado.

4. Conclusões

- a) Os projetos agroflorestais, constituem uma opção para aumentar a produção de madeira e alimentos, bem como para incluir áreas mais frágeis no sistema produtivo rural;
- b) A receita produzida pelo cultivo agrícola intercalar, como previsto nos sistemas agroflorestais, propicia não só renda para o custeio parcial da implantação e manutenção inicial de povoamentos florestais, como também melhores condições ambientais para lavouras e criações;
- c) Sistemas silvipastoris vêm sendo utilizados, com bons resultados, por várias empresas florestais brasileiras, embora não se tenha, ainda, uma análise precisa de suas implicações técnicas, sociais econômicas e ambientais.

5. Referências Bibliográficas

APPLEGATE, G. B.; NICHOLSON, D. I. Caribbean pine in an agroforestry system on the Atherton Tableland in northeast Austrália. **Agroforestry Systems**, v. 7, p. 3-15, 1988.

BAGGIO, A. J.; SCHREINER, H. G. Análise de um sistema silvipastoril com *Pinus elliottii* e gado de corte. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 16, p. 19-30, 1988.

BAGGIO, A. J.; STURION, J. A.; SCHREINER, H. G.; LAVIGNE, M. de. Consorciação das culturas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hilaire) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no sul do Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 4, p. 75-90, jun, 1982.

BARRICHELO, J. C.; KRETCHHECK, O. E. Sistemas agroflorestais de larga escala de araucária, pinus e erva-mate com culturas agrícolas. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1. p. 261-278.

BOROUGH, C. J. Agroforestry in New Zealand. The current situation. **Australian Forestry**, v. 42, n. 1, p. 23-29, 1979.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas de usos múltiplos na região sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p. 289-320. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).

CENTRO DE APOIO FLORESTAL DO GRUPO VOTORANTIM. Sistema agroflorestal de maior escala: o caso do eucalipto com cultivos agrícolas na Fazenda São Miguel - Unaí-MG. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2, 1991, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 221-230.

- CHINESE ACADEMY OF FORESTRY (Beijing, China). **Paulownia in China: cultivation and utilization**. Singapore: Asian Network for Biological Sciences / International Development Research Centre, 1986. 65p.
- COUTO, L.; BARROS, N. F. de.; REZENDE, G. C. Interplanting soybean with eucalypt as a 2-tier agroforestry venture in south-eastern Brazil. **Australian Forestry Research**, n. 12, p. 329-332, 1982.
- DA CROCE, D. M.; NADAL, R. de. Viabilidade técnico-econômica de sistemas de produção de erva-mate consorciada com culturas anuais. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 329-336.
- FASSBENDER, H. W. **Modelos edafológicos de sistemas agroforestales**. 2.ed. Turrialba: CATIE, 1993. 530p. (CATIE. Serie Materiales de Enseñanza, 29). Programa II. Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido
- FERREIRA NETTO, P. S.; COUTO, L.; GOMES, J. M.; MACEDO, P. R. O.; GARCIA, R. Plantio consorciado de leguminosas com eucalipto como alternativa para a manutenção da produtividade florestal. ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 245-259.
- FLOSS, P. A.; DA CROCE, D. M. Culturas intercalares de milho e soja com plantios de erva-mate. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 191-200.
- GARCIA, R.; COUTO, L. Sistemas silvipastoris - experiências no Estado de Minas Gerais. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 207-209.
- GURGEL FILHO, O. A. Plantio do eucalipto consorciado com milho. **Silvicultura em São Paulo**, v. 1, n. 1, p. 85-102, 1962.
- JOHNSON, J.; TARIMA, J. M. **Selección de especies para uso en Santa Cruz, Bolivia**. Santa Cruz: CIAT / MBAT, 1995. 83p. (CIAT/MBAT. Informe Técnico, 27),
- KOSARIK, J. C. Los sistemas agroforestales de mayor uso en Argentina principales limitaciones y estrategias de promoción. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p. 227-242. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).
- LEDESMA, A. Estado actual de conocimientos sobre sistemas agroforestales en el Paraguay. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p. 259-270. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).

LIMA, P. C. F. Espécies arbóreas e arbustivas de uso múltiplo na região semi-árida brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1994. p. 321-333. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 27),.

MARTINEZ H., H. A. **El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores**. Turrialba: CATIE, 1989. 79p. (CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico, 19). Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido, Area de Producción Forestal y Agroforestal

MAYDELL, H. J. von. Aspectos sobresalientes en la investigación y práctica agroforestal. In: BEER, J.W.; FASSBENDER, H.W.; HEUVELDOP, J. **Avances en la investigación agroforestal: actas del Seminario realizado en el CATIE...** Turrialba: CATIE, 1989. p.15-25. (CATIE. Serie técnica. Informe técnico, 147). p. 15-25.

MEDRADO, M. J. S.; MONTOYA, L. J.; MASCHIO, L. A. Intervenção do CNPq florestas no desenvolvimento de sistemas agroflorestais na região sul do Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., 1994, Colombo. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1994. p. 26-32 (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 26)

NAIR, P. K. R., ed. Agroforestry systems, practices and technologies. In: NAIR, P.K.R., ed. **Agroforestry systems in the tropics**. London: Kluwer Academic Pub., 1989b. p. 53-62.

NAIR, P. K. R., ed. Classification of agroforestry systems. In: NAIR, P.K.R., ed. **Agroforestry systems in the tropics**. London: Kluwer Academic Pub., 1989a. p. 39-52.

NAIR, P. K. R., ed. Soil conservation. In: NAIR, P.K.R., ed. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 1993. p. 338.

NAIR, P. K. R., ed. The role of trees in soil productivity and protection. In: NAIR, P.K.R., ed. **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht. Kluwer Academic Pub., 1989c. p. 584.

NAIR, P. K. R., ed. Use of multipurpose trees in hill farming systems in western Nepal. In: NAIR, P.K.R., ed. **Agroforestry Systems in the Tropics**. Dordrecht. Kluwer Academic Pub., 1989d. p. 91.

PASSOS, C. A. M.; FERNANDES, E. N.; COUTO, L. Plantio consorciado de Eucalyptus grandis com o milho no vale do Rio Doce, Minas Gerais. ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1992. v. 1, p. 409-421.

PEARSON, H. A. Economic analysis of forestry grazing. **The Sotckman Farmer**. Jackson. v. 39, n. 10, p. 26, 28, 30, 32, 1982.

PUSCH, B. Experiência e proposta para o Cone Sul do Brasil (Palestra). In: SEMINÁRIO SOBRE AGROSSILVICULTURA NO DESENVOLVIMENTO RURAL, 1990, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FAO / SEAG / EMATER-PR, 1990. p.169-175. (FAO. Project GCP/BRA/025/FRA-Field Document, 12).

RAINTREE, J. B. **D&D use's manual**: an introduction to agroforestry diagnosis and design. Nairobi: ICRAF, 1987. 114p.

SCHREINER, H. G. **Relatório de consultoria técnica**: agrossilvicultura. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1995. não paginado.

SCHREINER, H. G. Associação de leguminosas com plantios florestais para cobertura e melhoramento do solo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 17, p. 1-12, 1988.

SCHREINER, H. G. Culturas intercalares de soja em reflorestamentos de eucaliptos no Sul-Sudeste do Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n.18/19, p. 1-10, jun/dez. 1989.

SCHREINER, H. G.; BAGGIO, A. J. Culturas intercalares de milho (*Zea mays* L.) em reflorestamentos de *Pinus taeda* L., no sul de Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 8/9, p. 26-49, 1984.

SCHREINER, H. G.; BAGGIO, A. J. Sistemas agroflorestais no Sul-Sudeste do Brasil. In: TALLER SOBRE DISEÑO ESTADÍSTICO Y EVALUACION ECONOMICA DE SISTEMAS AGROFORESTALES, 1986, Curitiba. **Apuntes**. Curitiba: FAO / EMBRAPA-CNPQ, 1986. p. 45-73.

SCHREINER, H. G.; BALLONI, E. A. Consórcio das culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) no Sudeste do Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 12, p. 83-104, jun. 1986.

SEQUEIRA, W.; GHOLZ, H. L. Canopy structure, light penetration and tree growth in a slash pine (*Pinus elliottii*) silvopastoral system at different stand configurations in Florida. **The Forestry Chronicle**, v. 67, n. 3, p. 10, 1991.

STAPE, J. L.; MARTINI, E. L. Plantio consorciado de *Eucalyptus* e arroz na região de Itararé-SP. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 155-169.

TUSTIN, J. R.; KNOWLES, R. L.; KLOMP, B. K. Forest farming: A multiple land-use production system in New Zealand. **Forest Ecology and Management**. n. 2, p. 169, 189, 1979.