

## AGROFLORESTA, CAPOEIRAS MANEJADAS E PLANTAÇÕES FLORESTAIS PARA REABILITAÇÃO DE ÁREAS DESMATADAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA.

Erick C.M. Fernandes  
Edinelson J. M. Neves  
João Carlos De Souza Matos  
EMBRAPA-CPAA

### RESUMO

O uso tradicional de pousio com árvores e arbustos para recuperação da produtividade do solo, após vários anos de cultivo, torna-se desejável, com o propósito de identificar árvores e tipo de manejo que contribuam para o aumento da produtividade da área. O objetivo é reduzir os tradicionais períodos de pousio ou, até mesmo eliminá-los, através da introdução de sistemas nos quais as "melhorias do solo" sejam decorrentes do manejo das árvores, juntamente com cultivos agrícolas e/ou pastagens (Agrofloresta), ou enriquecimento de capoeira natural (Capoeira manejada ou melhorada), ou estabelecimento de plantações puras de espécies florestais

Parte-se da hipótese que: "sistemas apropriados com base em árvores têm o potencial de controlar a erosão, de conservar a matéria orgânica e de melhorar as propriedades físicas do solo, de aumentar a fixação biológica de nitrogênio, e de promover uma ciclagem de nutrientes eficiente". Estas hipóteses serão examinadas neste trabalho, com referência aos seguintes sistemas selecionados: sistemas agroflorestais, pousio manejado e sistema de plantação de árvores.

### ABSTRACT

The ancient and widespread use of tree and bush fallows to recuperate soil productivity following several years of cropping, has resulted in research aimed at identifying, planting and managing trees for soil and site productivity improvement. The goal is either to reduce the traditional fallow periods or to eliminate the fallow period by introducing systems in which "soil-improving" trees are managed together with crops or pasture species (agroforestry), or planted in natural forest fallow (managed or improved fallows) or established in plantations.

We hypothesize that "appropriate tree based systems have the potential to control erosion, maintain soil organic matter and soil physical properties, augment nitrogen fixation, and promote efficient nutrient cycling". These hypotheses will be discussed in this paper with reference to selected agroforestry, managed fallow and tree plantation systems.

### INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo discutir aspectos dos sistemas de uso da terra baseado em árvores com potencial para recuperar áreas desmatadas e/ou degradadas na Amazônia. Tais sistemas, quer sejam plantados ou manejados pelo homem, mesmo sendo preferivelmente mais biológicos e produtivos, além da diversidade ecológica que apresenta sobre os sistemas de pastagem e capoeira abandonada, não são sugeridos como alternativas de uso para floresta tropical primária, mas sim para áreas já perturbadas por diversos tipos de uso da terra.

A hipótese é que sistemas baseados em árvore para áreas

desmatadas e/ou degradadas forneçam diferentes alternativas de desenvolvimento, sendo estas, ecológica e economicamente justificáveis, afim de reduzir a pressão do desmatamento sobre a floresta primária. Sistemas com base em árvores poderiam, também, ser adaptados a áreas extrativas não sustentáveis (Homma, 1992), e onde os sistemas de colonização têm contribuído pouco para aumentar a qualidade de vida das pessoas envolvidas. Está implícito nessa hipótese a necessidade de mudanças de ordem política e de uso da terra como: 1) melhor distribuição de terra no Sudeste e Nordeste do Brasil, reduzindo desse modo a migração para a Amazônia (Sawyer, 1990) e, 2) tornar a titulação da terra progressivamente mais cara aos grandes latifúndios com áreas desmatadas e que são subutilizadas.

### DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO DA TERRA

As duas principais causas do desmatamento na Amazônia brasileira têm sido a formação de pastagem para criação de gado em regime extensivo e a agricultura de pequena escala sem assistência técnica. Em menor escala encontram-se a exploração madeireira, a construção de estradas e de hidrelétricas, a mineração, extração de ferro guza e o crescimento urbano (Hecht, 1979; Mahar, 1988). O desmatamento promove impacto local, regional e global. O custo do desmatamento inclui a perda irreversível de biodiversidade, dos produtos da floresta, erosão do solo, enchentes, assoreamento de hidrelétricas e cursos d'água e, além de liberação de carbono para a atmosfera.

Na Amazônia brasileira, a taxa de desmatamento foi estimada em 14.000 km<sup>2</sup>/ano no período de 1989/1990, com altas concentrações ainda nas áreas ocupadas por grandes fazendas (Fearnside, 1992). O desmatamento em menor escala, provocado pela agricultura migratória, provavelmente continuará enquanto persistir a pobreza, a distribuição desigual de terra e o alto crescimento populacional no Sudeste e Nordeste do Brasil. Pequenos agricultores que migram para Amazônia, e seus descendentes, mantêm-se presos a sistemas que perpetuam a agricultura de subsistência e a pobreza.

A formação de pastagem para criação de gado e a agricultura migratória na Amazônia começam com a derrubada e a queima da floresta primária. A produtividade agrícola dessas áreas, normalmente decresce, com rapidez, depois do primeiro ano de cultivo devido a combinação de vários fatores, como: diminuição da fertilidade do solo, aumento da invasão de ervas daninhas, uso de variedades de culturas não adaptadas e manejo inadequado. Diante desta situação, a perspectiva é desmatar e queimar mais floresta para novos cultivos agrícolas/pastagem ou, adotar tecnologias melhoradas que, além de aumentarem a produtividade, aumentem, também o tempo de utilização das áreas plantadas. Estas tecnologias melhoradas, normalmente, requerem maior uso de insumos e mão-de-obra especializada. Isto concorre para que os agricultores continuem a derrubar e queimar novas áreas, por ser esta prática mais econômica e requerer menos mão-de-obra.

A degradação de áreas desmatadas é quase sempre acompanhada por uma redução na produtividade primária e diversidade de espécies. Sintomas de degradação severa incluem erosão profunda, grande redução do crescimento da vegetação e acúmulo de biomassa e, a predominância de poucas espécies de invasoras no lugar de uma floresta natural diversificada. A extensão da degradação pode ser estimada através da comparação de índices de produtividade biológica, diversidade de espécies (flora, fauna, micróbios e macrofauna), sistemas armazenadores de nutrientes (vegetação e solo), características hidrológicas, impacto ambiental negativo (emissão de gases, erosão do solo e lixiviação) entre áreas desmatadas e da floresta primária e de sistemas aparentemente estáveis de produção de alimento e de madeira. Neste trabalho, reabilitação implica, primeiro na paralisação dos processos que levam o solo à degradação (tais como erosão, lixiviação e declínio da matéria orgânica do solo) e, por conseguinte,

na melhoria da biologia, da produtividade econômica e da diversidade ecológica do sistema.

Estimativa baseada em imagem de satélite, indica que até 1990, uma área de 415.000 km<sup>2</sup> de floresta primária foi desmatada na Amazônia brasileira (Fearnside, 1992). Assumindo que 70% desse desmatamento foi para implantação de pastagem e, estimando-se que, no mínimo, 70% dela encontra-se em vários estágios de degradação, é provável que em torno de 200.000 km<sup>2</sup> de pastagem degradada necessitem ser reabilitados.

O desmatamento feito por pequenos agricultores, normalmente, destina-se ao cultivo de culturas de ciclo curto acompanhado por recolonização do lote por espécies florestais nativas, sistema este que é menos destrutivo que, a conversão para pastagem extensiva e pastoreio. Tais clareiras, freqüentemente, não necessitam de recuperação e, eventualmente, proporcionam a formação de capoeiras. Em alguns casos, entretanto, o curto pousio acompanhado de queimas ou, conversão do lote agrícola para pastagem, resultam em áreas degradadas. Em outros casos, a venda do material lenhoso pouco consumido durante a queima, para a produção de carvão na indústria de ferro gusa, pode resultar numa exportação significativa de nutrientes das áreas de cultivos agrícolas, o que reduz a regeneração da capoeira e dá início à degradação da área. É difícil estimar o total de áreas degradadas resultantes da retirada de toras de madeira e lenha para carvão e dos repetidos cortes e queimas da floresta regenerada (capoeiras) em áreas de pequenos agricultores. É provável que aproximadamente, 60.000 km<sup>2</sup> ou, 15% do total da área desmatada, estejam em processo de degradação, em consequência do desmatamento e cultivos agrícolas não sustentáveis realizados por pequenos agricultores.

O declínio da produtividade da área após o desmatamento e cultivo agrícola, geralmente, resulta no abandono da mesma e, conseqüentemente, no aparecimento de uma capoeira de espécies florestais nativas. Dependendo da intensidade de uso da terra e as características químicas e físicas do solo, as áreas são deixadas sob pousio florestal por períodos de mais ou menos 10 a 15 anos, antes que a vegetação de floresta secundária seja cortada e queimada e um novo cultivo agrícola seja iniciado.

O uso tradicional de pousio com árvores e arbustos para recuperação da produtividade do solo, após vários anos de cultivo, torna-se desejável, com o propósito de identificar árvores e tipo de manejo que contribuam para o aumento da produtividade da área. O objetivo é reduzir os tradicionais períodos de pousio ou, até mesmo eliminá-los, através da introdução de sistemas nos quais as "melhorias do solo" sejam decorrentes do manejo das árvores, juntamente com cultivos agrícolas e/ou pastagens (Agrofloresta), ou enriquecimento de capoeira natural (Capoeira manejada ou melhorada), ou estabelecimento de plantações puras de espécies florestais.

## HIPÓTESE DE MELHORIA DO SOLO ATRAVÉS DAS ÁRVORES

Parte-se da hipótese que: "sistemas apropriados com base em árvores têm o potencial de controlar a erosão, de conservar a matéria orgânica e de melhorar as propriedades físicas do solo, de aumentar a fixação biológica de nitrogênio, e de promover uma ciclagem de nutrientes eficiente". A razão pela qual se supõe a ocorrência de melhoria e conservação do solo em sistemas agroflorestais em relação a outros sistemas de cultivo agrícola, é que a exportação de nutrientes, através da colheita de culturas e produtos animais, erosão, lixiviação, volatilização e deteriorização das propriedades físicas do solo devido a cultivos ou pastos, pode ser controlada pelo componente arbóreo. Isto pode ocorrer através de:

(i) absorção de nutrientes que estão fora do alcance das raízes de culturas anuais (ciclagem de nutriente mais eficiente), através do

sistema radicular profundo das árvores, permitindo a captura e deposição superficial dos nutrientes existentes na liteira;

(ii) aumento das quantidades de produtos orgânicos (parte aérea e raiz) para ajudar a manter a matéria orgânica do solo e a conseqüente melhoria da estrutura e padrão de nutrientes do mesmo; e

(iii) aumento do fornecimento de nutrientes para o solo, via fixação biológica de nitrogênio e/ou interceptação da poeira através do dossel vegetativo.

Estas hipóteses serão examinadas, com referência aos seguintes sistemas selecionados: sistemas agroflorestais, pousio manejado e sistema de plantação de árvores.

## SISTEMAS AGROFLORESTAIS

A aparente sustentabilidade, na maioria dos solos férteis, em sistemas agroflorestais antigos (tradicionais e experimentais) indica que a árvore, como componente arbóreo desses sistemas, contribui para reduzir a erosão e tornar eficiente a ciclagem de nutrientes (Alpizar et al., 1988). Em solos ácidos e de baixa fertilidade, existe uma necessidade urgente de seleção de espécies e procedências adaptadas à alta saturação de alumínio (Al) no subsolo, baixos níveis de cálcio (Ca) e fósforo (P), e à ausência de minerais intemperizados. Devido ao baixo nível de nutrientes em solos ácidos, a produtividade da planta, a captura e a reciclagem de nutrientes são menores quando comparadas a solos mais férteis. (Szott et al., 1991).

Fernandes e Neves (1992) identificaram os seguintes sistemas agroflorestais com potencial para recuperar áreas degradadas na Amazônia:

(i) "**Taungya Modificado**": indicado para o repovoamento de áreas desmatadas e degradadas através de espécies arbóreas e culturas alimentares (Boonkird et al., 1984). Colonos que praticam agricultura migratória, são atraídos para participar de programas de colonização em áreas de floresta através de incentivos que promovem o desenvolvimento comunitário com construções de casas, hospitais e escolas e, o mais importante, o título definitivo da terra. Os agricultores contribuem com o estabelecimento e manutenção das plantações florestais, tendo em troca a permissão para a implantação de cultivos de espécies alimentares durante os primeiros três a quatro anos da fase de estabelecimento da plantação. Na Amazônia, o modelo "Taungya modificado" poderia ser usado para reflorestar grandes extensões de áreas degradadas de terra firme. Brienza e Yared (1991) mencionam o estabelecimento satisfatório, a custos reduzidos, de *Cordia goeldiana*, *Jacaranda copaia* e *Bagassa guianensis*, através de consorciação de árvores com caupi (*Vigna unguiculata*). As facilidades de créditos e incentivos permitem intensificar o uso da terra nos lotes agrícolas, proporcionando aos seus proprietários atingirem auto suficiência na produção de alimentos e/ou produtos.

Os incentivos fiscais e custos de capital no "Taungya modificado", podem ser justificados pela maior equidade social que proporcionam, pois os produtores que praticam agricultura migratória tornam-se agentes de reflorestamento e, também, pela redução das necessidades de retirada de madeira das florestas tropicais primárias, caso as plantações sejam bem sucedidas. As plantações florestais poderiam, também, exercer um papel importante na redução dos níveis de gás carbônico da atmosfera, porque o seu acúmulo nas plantações florestais é entre 20 a 100 vezes maior que o existente em áreas de pastagem degradada (Houghton, 1990).

(ii) **Cultivo em Faixas**: O sistema de cultivo em faixas (Alley cropping) tem recebido atenção considerável como sendo um sistema de tecnologia agroflorestal com potencial de manter a produtividade sustentada de culturas alimentares, através de uma melhor proteção

do solo, ciclagem de nutrientes e na redução de incidência de ervas invasoras. (Kang et al, 1990). O sistema envolve o desenvolvimento de culturas alimentares, implantadas entre as faixas formadas, geralmente, por árvores ou arbustos fixadoras de nitrogênio, as quais sofrem podas periódicas. A finalidade das podas é o fornecimento de adubo verde para as culturas associadas, diminuição da competição por água, luz e nutrientes. Resultados experimentais efetuados em solos férteis (Alfissols e Entissols) demonstram que o sistema de cultivo em faixas pode sustentar culturas alimentares, manter o nível de nutriente no solo e prevenir o declínio da matéria orgânica (Kang et al, 1990). Porém, resultados insatisfatórios com culturas alimentares em solos de baixa fertilidade da Amazônia, apresentando rendimentos que variam de baixo a médio têm sido ultimamente relatados (Fernandes et al., 1993a). Baixos teores de nutrientes em Oxissol e Ultissol (solos predominantes na Amazônia) resultam em alta competição entre as espécies plantadas nas faixas e as culturas anuais. A ciclagem de nutrientes proporcionada pelas podas das leguminosas são, frequentemente, benéficas para as próprias árvores ou arbustos. No entanto, essa prática requer mão-de-obra onerosa.

O Sistema "Alley cropping" quando implantado em áreas com declive acentuado, poderia utilizar espécies perenes em faixas (*Bactris gasipaes*, *Theobroma grandiflorum*, *Bertholetia excelsa*, *Eugenia stipitata*) as quais poderiam proporcionar maiores possibilidades de sucesso. Nesta situação, a função básica das árvores acima mencionadas, seria minimizar a lixiviação de nutrientes a perda do solo, e controlar as invasoras. As mudanças anteriormente citadas para o modelo tradicional de "Alley cropping" poderiam ser usadas para o estabelecimento de espécies florestais madeiráveis. Neste caso, as leguminosas arbóreas serviriam como plantas governantas para espécies florestais até o seu estabelecimento. Posteriormente, podas periódicas das leguminosas, promoveriam cobertura morta para o controle de invasoras e reciclagem de nutrientes.

**(iii) Cultivo de hortos caseiros com base em árvores:** envolve espécies para diferentes fins, como: lenha, sombra, frutas, produtos naturais, condimentos e forragem. Cerca de 190 espécies de plantas, em vários estágios de domesticação, foram registradas nesse sistema (Fernandes e Nair, 1986). Sistema similar, no estado do Pará, envolvendo 30 espécies perenes e anuais foi relatado (Subler e Uih, 1990). Marques et al., (1986), mencionam o estabelecimento e comportamento satisfatório de associação de multiespécies envolvendo *Dypterix odorata*, *Vochisia maxima*, *Bertholetia excelsa*, *Bagassa guianensis*, *Theobroma grandiflorum* e *Inga edulis*. Cultivos de hortos caseiros de multi-espécies baseados em árvores tem alto grau de sustentabilidade ecológica e biológica, juntamente com alto grau de aceitabilidade social. Os fatores que promovem sustentabilidade incluem produção diversificada, reduzido risco da perda da produção, aumento da eficiência da mão-de-obra, produção contínua reduzindo perdas de pós-colheita, boa reciclagem de nutriente e reduzida erosão devido a boa cobertura do solo.

A alta diversidade de espécies e a sustentabilidade do cultivo de hortos caseiros torna o sistema ideal para o uso em zonas de amortecimento em reservas protegidas. Essas zonas aumentam as possibilidades de fluxo gênico em populações selvagens de espécies frutíferas e alimentícias semi-domesticadas nestes hortos. Em áreas onde o desmatamento resulta em perda significativa da biodiversidade, os hortos funcionam como importante banco secundário de germoplasma "in situ" de espécies semi-domesticadas (Okafor e Fernandes, 1987).

**(iv) Sistema de pastagem com base em árvore:** Excluindo-se os efeitos benéficos de plantações de culturas perenes na conservação do solo e na ciclagem de nutrientes (Alvim, 1989), a produção sustentável de plantações de culturas perenes (principalmente Seringueira e Dênde) na Amazônia, tem sido pouco viável devido a combinação de

problemas de doenças e baixo retorno econômico. O uso de cobertura de solo com leguminosas forrageiras e componente animal, proporcionam em plantio de cultivos perenes proteção do solo, flexibilidade adicional com relação ao mercado, retorno econômico e compra dos insumos necessários. Além da referida proteção, as leguminosas de cobertura (*Centrosema macrocarpum*, *Desmodium ovalifolium*, *Pueraria phaseoloides*) podem contribuir para melhorar a distribuição do sistema radicular das árvores e o aporte do nitrogênio do solo através da fixação biológica (Broughton, 1977). Tajuddin (1986) relata que mesmo na ausência de leguminosas de cobertura, a integração de atividade zootécnica (carneiros, cavalos e abelhas) com as plantações de seringueira na Malásia permitiram reduzir os custos do controle de invasoras em 21%.

Considerando-se o mercado ilimitado e potencial, nacional e internacional, para comercialização de madeira, o plantio de espécies arbóreas em pastagens aumentaria consideravelmente o retorno econômico a longo prazo e justificaria incentivos e subsídios de curto prazo, que ajudariam a estabelecer pastagens melhoradas. Um exemplo deste sistema é citado por Veiga et al. (1988), no município de Paragominas, onde espécies arbóreas (*Schizolobium amazonicum*, *Bagassa guianensis*, *Eucalyptus tereticornis*) são combinadas com pastagem. Outras espécies arbóreas potenciais para introdução em áreas de pastagens são *Carapa guianensis*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Cordia goeldiana*, e *Swietenia macrophylla*. O uso de espécies de crescimento rápido (espécies governantas) como *Inga edulis*, *Schizolobium amazonicum* e *Sclerolobium paniculatum* é importante pois promoveriam retorno econômico em curto prazo, ao mesmo tempo em que poderiam proteger as outras espécies de maior valor econômico. Além disso, associações entre espécies de alto valor madeireiro como andiroba, mogno e cedro, podem conferir estabilidade adicional contra ataque de pragas.

**Árvores para postes vivos e cercas vivas:** Em todos os sistemas envolvendo a criação de animais, o uso de cerca requer um grande número de moirões. O uso contínuo de árvores jovens de floresta primária e secundária para construção e manutenção de cercas é uma forma despercebida de desmatamento. Uma alternativa para controlar esse desmatamento seria o uso de tecnologia agroflorestal através do uso de cercas vivas. Ela consiste no plantio de estacas longas (1,5 a 2 m) de espécies com capacidade de enraizar e se desenvolver, as quais, posteriormente, são transformadas em postes vivos. O plantio dessas estacas de forma mais adensada resulta em cercas vivas. Na América Central, as espécies mais comumente utilizadas para postes vivos e cercas vivas incluem *Gliricidia sepium*, *Erythrina* spp., *Spondias* spp., *Pithecellobium dulce* (Budowski, 1987). Cercas vivas e postes vivos poderiam reduzir o desmatamento.

## CAPOEIRA MANEJADA

O estabelecimento de espécies arbóreas pioneiras em capoeira manejada pode promover e auxiliar na recuperação de uma área, devido as rápidas taxas de crescimento e estratégias especializadas ao acúmulo de nutrientes, o que torna essas espécies habilitadas para absorver e concentrar nutrientes na biomassa, mesmo em níveis muito baixos de concentração no solo. Além disso, o rápido estabelecimento de espécies arbóreas no pousio, poderia aumentar, significativamente, a dispersão de suas sementes, devido ao aumento de abrigos e alimento para pássaros e morcegos, e, criar, também ambientes favoráveis para germinação de outras espécies de capoeira. Prinz (1986) identificou os seguintes fatores para se obter sucesso no manejo de árvores em capoeira: um solo que não tenha sido completamente esgotado; boa regeneração de espécies florestais nativas e/ou floresta nativa adjacente à área de capoeira; e um período adequado de pousio para permitir completa regeneração do solo.

Do ponto de vista ideal, espécies arbóreas para capoeira deveriam ter capacidade de crescimento rápido, alto acúmulo de biomassa, possuir longo sistema radicular, e alta capacidade de absorção de nutrientes. Por exemplo, *Cecropia* spp. tem sido citada por acumular Ca e P em solos ácidos (Odum e Pigeon, 1970). As concentrações de N, P e K em folhas de *Laetia procera* foram o dobro daquelas encontradas em folhas de várias espécies da vegetação de floresta primária em solos ácidos de baixa fertilidade (McKerrow, 1992). Outras espécies citadas como existentes em áreas degradadas e abandonadas de pastagem incluem *Vismia* spp., *Goupia glabra*, *Bellucia grossularioides*, *Dypterix odorata*, e *Zanthoxylum procerum* (Uhl et al., 1988).

A inclusão de espécies que fornecem produtos de valores econômicos (flores, frutos, medicinais, essências e resinas) geram um retorno econômico para o sustento do agricultor, até o período em que a capoeira atinja o seu potencial biológico e ecológico. Por exemplo, espécies frutíferas (*Anona muricata*, *Bactris gasipaes*, *Eugenia stipitata*, *Rollinia mucosa*, *Theobroma grandiflorum*) são capazes de promover retornos econômicos mais cedo e substanciais (relativo à capoeira natural). Espécies com baixo volume de produção, porém, com produtos de alto valor, são preferíveis, afim de evitar excessiva exportação de nutrientes da área. É provável, que várias dessas espécies ainda não sejam conhecidas na Amazônia.

## PLANTAÇÕES DE ÁRVORES

Plantações de espécies arbóreas para solos ácidos, e áreas tomadas por ervas daninhas, tem apresentado melhorias significativas nas características químicas do solo (Sanchez et al., 1985). Aumento da produção da liteira (Lowry et al., 1988) e alta dinâmica na formação de raízes finas (Montagnini e Sancho, 1990) contribuem para o aumento do conteúdo da matéria orgânica do solo. A melhoria das características químicas e físicas do solo e as condições microclimáticas favoráveis do sub-bosque nas plantações de árvores já estabelecidas em áreas degradadas, aparentemente, favorecem a colonização destas áreas por espécies da floresta natural (Uhl et al., 1982), desse modo acelerando a recuperação de diversas espécies em áreas degradadas (Verma et al., 1982). Em um experimento para comparar plantações de *Albizia lebbek* com 4,5 anos de idade em relação a uma área dominada por gramíneas, Parrota (1991) observou que na área em que foi plantada *Albizia lebbek*, houve melhoria de regeneração de espécies nativas.

Plantações de árvores em áreas degradadas ou abandonadas podem, aparentemente reverter os processos de erosão e perda de nutrientes que conduzem o solo à degradação (Parrota, 1991). Russel (1983), em trabalhos desenvolvidos no Projeto Jari, relatou a manutenção do conteúdo de matéria orgânica do solo e dos nutrientes disponíveis nas plantações de *Gmelina arborea* em relação à área anterior ao plantio. Silva (1983), observou aumento significativo de matéria orgânica e duas vezes mais Ca, Mg e K trocável, na camada superior do solo, após 10 anos de cultivo de *Cordia trichotoma* e *Caesalpinia echinata*, em relação à floresta nativa. Embora seja limitada a informação disponível verifica-se que existe uma grande diferença entre as espécies nas suas habilidades em capturar e reciclar nutrientes. Por exemplo, *Gmelina arborea* apresenta acúmulo de Ca (Russel, 1983) e *Heliconia* spp. e *Gynerium* spp. acumulam 3 a 4 vezes mais fósforo que espécies de capoeira de uma mesma idade (Tergas e Popenoc, 1981).

Espécies arbóreas comumente usadas para diferentes fins em plantações incluem *Gmelina arborea*, *Pinus caribaea* e vários *Eucalyptus* spp. Outras espécies potenciais utilizadas para plantações na Amazônia incluem *Acacia angustissima*, *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium* e *Paraserianthes falcataria*. Leguminosas arbóreas de crescimento rápido para plantações de curta rotação (4 a 8 anos) incluem *Acacia mangium*, *Inga edulis*, *Gliricidia sepium*, *Senna*

*reticulata* e *Vismia* spp.

## CARACTERÍSTICAS DE PLANTAS ARBÓREAS PARA A MELHORIA DO SOLO.

A adaptação de árvores a diferentes condições físicas e químicas do solo são requisitos básicos para qualquer espécie arbórea contribuir para a melhoria do solo. Dentre as características desejáveis de árvores destinadas a promover a melhoria das condições físico-químicas do solo citam-se:

(i) Produção moderada a alta de biomassa foliar: 4 ton. ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para regiões sub-úmidas e 8 para 10 ton. ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para regiões tropicais úmida.

(ii) Concentração de nutrientes em biomassa foliar de moderada a alta (2,0-3,5% N, 0,2-0,3% P, 1-3% K e 0,5-1,5% Ca). Entretanto, pouco se conhece sobre a concentração de micronutrientes na biomassa de árvores e arbustos.

(iii) Potencial para fixação de nitrogênio (10 a 50 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> baseado nas estimativas de várias espécies nos trópicos segundo Peoples e Herridge (1990).

(iv) Capacidade em formar associação efetiva com população nativa de fungos micorrízicos. O nível de disponibilidade de fósforo é geralmente muito baixo em solos de terra firme e poderia ser crucial para os fungos micorrízicos e para sucesso no plantio das árvores, especialmente em áreas altamente degradadas.

(v) Concentrações consideráveis de nutrientes no sistema radicular. Raízes finas e grossas em dois locais na Ásia tiveram a seguinte concentração média: 0,66% N; 0,04% P; 0,55% K; 0,85% Ca e 0,18% de Mg (Andriessse, 1987). Estes valores variam com o tipo de solo, vegetação e tamanho da raiz.

(vi) Taxas diferentes de decomposição da liteira. A rápida decomposição da liteira (1 a 3 semanas) fornece nutrientes quando associada com culturas de lenta decomposição (2 a 6 semanas) além da proteção da superfície do solo. A baixa transformação das folhas e raízes da liteira ricas em N, por exemplo, pode beneficiar a fixação biológica de nitrogênio.

(vii) Ausência de substância tóxica nas folhagens ou exudatos de raiz. Por exemplo, em savanas ácidas (cerrado) do Brasil algumas espécies têm apresentado acúmulo de 4.000 a 14.000 mg kg<sup>-1</sup> de Al nas folhas (Haridasan, 1982). Espécies que normalmente não acumulam Al nas folhas tem uma concentração de 200 mg kg<sup>-1</sup> de Al.

Outras características desejáveis para melhoria de solo através de árvores precisam ser identificadas, existindo ainda um potencial considerável para a exploração de variação genética intraespecífica das características listadas. Algumas espécies arbóreas capazes de promover a melhoria do solo foram identificadas por Fernandes et al. (1993).

(i) Solos Ácidos: *Inga edulis*, *Cassia reticulata*, *Cassia spectabilis*, *Erythrina berteroana*, *Gliricidia sepium* (Procedência OFI 14/84, Retalhuleu, Guatemala) e *Paraserianthes falcataria*.

(ii) Solos Não Ácidos: *Calliandra calothyrsus*, *Erythrina fusca*, *E. poeppigiana*, *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala*.

## EFEITO DA COLHEITA DE PRODUTOS ARBÓREOS SOBRE A REHABILITACAO DAS ÁREAS DESMATADAS

Os sistemas agroflorestais, as capoeiras manejadas e plantações de árvores podem contribuir significativamente para a recuperação da produtividade do solo e da biodiversidade de áreas desmatadas e/ou degradadas. Por outro lado, a excessiva colheita de produtos

arbóreos/árvores poderá diminuir os ganhos de nutrientes acumulados na área degradada. Em geral, sistemas agroflorestais e capociras manejadas caracterizam-se por exportar menos nutrientes que plantios florestais industriais. Tabora (1991) relata que a remoção de 12 t/ha de madeira de *Paraserianthes falcataria* de uma plantação experimental resultou na exportação de 42 kg de P. Em um plantio de *Acacia mangium* de 7 anos de idade, Halenda (1989) estimou que somente a colheita de troncos de árvores resultaria na exportação de 284 kg de N, 15 kg de P, 225 de kg de Ca e 24 kg de Mg/ha. Em solos ácidos de baixa fertilidade da Amazônia, a recuperação de áreas degradadas através de plantações, requer a entrada de nutrientes para compensar a sua exportação nas colheitas.

### PESQUISA NA RECUPERAÇÃO DE ÁREA DESMATADA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL.

O desenvolvimento de alternativas para o manejo sustentável de áreas degradadas e/ou abandonadas, resultantes do estabelecimento de pastagem extensiva e agricultura de subsistência (derruba e queima), é um complemento essencial para a política de melhoria do uso da terra afim de reduzir desmatamento. Um projeto colaborativo, envolvendo o Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA) pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o Programa de Pesquisa de Solos Tropicais (TROPISOILS) da Universidade Estadual de Carolina do Norte (NCSSU) e o Instituto Interamericano de Cooperação Para a Agricultura (IICA), está sendo financiado pela Fundação Rockefeller. Ele está sediado na EMBRAPA/CPAA, em Manaus-AM e visa combinar o conhecimento da EMBRAPA/CPAA no manejo de culturas anuais, perenes e pastagem, com a experiência do Programa de Solos Tropicais da NCSU em agrofloresta e manejo de solos ácidos, em ecossistemas tropicais úmidos.

Os objetivos específicos do projeto são:

- Identificar, selecionar e manejar germoplasma de culturas alimentares e árvores de uso múltiplo para várias opções de sistemas agroflorestais e manejo florestal.
- Desenvolver tecnologias para transformar pastagens abandonadas em sistemas agroflorestais produtivos como uma alternativa para diminuir a taxa de desmatamento.
- Comparar o potencial de produção e o rendimento econômico de alternativas agroflorestais potencialmente sustentáveis.
- Comparar os impactos das diferentes alternativas de manejo sobre o ambiente em termos de lixiviação, emissão dos gases CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O e erosão.
- Fortalecer a capacidade do CPAA para coordenação e implementação de pesquisa agroflorestal na Amazônia Ocidental e difusão e transferência de tecnologias geradas.
- Intensificar a colaboração entre o Programa de Solos Tropicais da NCSU e instituições de pesquisa nacionais, para promover o treinamento e a qualificação de recursos humanos na Região Amazônica.

### BIBLIOGRAFIA

- Alpizar, L., Fassbender, H.W., Heuvelop, J., Folster, H. & Enriquez, G. 1988. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. Part III. *Agroforestry Systems*, 6, 37-62.
- Alvim, P. de T. (1989). Tecnologias apropriadas para a agricultura nos trópicos úmidos. *Agrotropica*. Vol. 1:(1):5-26. Centro de Pesquisa do Cacau, Ilheus.
- Boonkird, S.A., E.C.M. Fernandes e P.K.R. Nair. (1984) Forest villages: an agroforestry approach to rehabilitating forest land degraded by shifting cultivation in Thailand. *Agroforestry Systems* 2:87-102.
- Brienza, S. Jr. e Yared, J.A.G. (1991). Agroforestry systems as an ecological approach in the Brazilian Amazon development. *Forest Ecology and Management*. 45:319-323.
- Broughton, W.J. (1977). Effect of various covers on soil fertility under *Hevea brasiliensis* and on growth of the tree. *Agro-Ecosystems*, 3:147-170.
- Budowski, G. 1987. The development of agroforestry in Central America. p. 69-88. In: Stepler, H.A. e Nair, P.K.R. (Eds.) *Agroforestry: a decade of development*. ICRAF, Nairobi, Kenya.
- Fearnside, P.M. (1992). Avaliação e identificação das causas e dos agentes de desmatamento. p. 177-184. *Anais: Seminário Internacional sobre Meio Ambiente, Pobreza e Desenvolvimento da Amazônia - SIMDAMAZÔNIA*. Belém, 16 a 19 de fevereiro, 1992. Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, PA. PRODEPA. 567 p.
- Fernandes, E.C.M., C.B. Davey e L.A. Nelson. (1993a). Alley cropping on an Ultisol in the Peruvian Amazon: Mulch, fertilizer and tree root pruning effects. In: Lal, R. (ed). *Sustainable Agriculture for the Tropics*. American Society of Agronomy monograph. Madison, WI.
- Fernandes, E.C.M., Garrity, D.P., Szott, L.T. e Palm, C.A. (1993b). Use and potential of domesticated trees for soil improvement. In: Leakey, R. and Newton, A. (eds). *Tropical Trees: The Potential for Domestication - Rebuilding Forest Resources*. The Institute of Terrestrial Ecology/HMSO, London.
- Fernandes, E.C.M. e Neves, E.J.M. (1993) Agroforestry in the Brazilian Amazon: Appropriate technologies and research priorities. In: *Forests '92 - Proceedings of the Second International Symposium on Environmental Studies of Tropical Rainforests*. May 24-29, 1992. Rio de Janeiro, Brazil.
- Fernandes, E.C.M. e Nair, P.K.R. (1986). An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. *Agricultural Systems*. 21:279-310.
- Halenda, C. 1989. Nutrient content of an *Acacia mangium* plantation. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*, 7, 46-48.
- Haridasan, M. 1982. Aluminum accumulation by some cerrado native species of central Brazil. *Plant and Soil*, 65, 265-273.
- Hecht, S.B. (1979). Spontaneous legumes on developed pastures in the Amazon and their forage potential. In: Sanchez, P.A. e Tergas, L.E. (Eds.) *Pasture production in acid soils of the humid tropics*. CIAT. Cali, Colombia. pp 65-79.
- Homa, A.K.O. (1992). Oportunidades, limitações e estratégias para a economia extrativa vegetal na Amazônia. p. 252-256. *Anais: Seminário Internacional sobre Meio Ambiente, Pobreza e Desenvolvimento da Amazônia - SIMDAMAZÔNIA*. Belém, 16 a 19 de fevereiro, 1992. Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, PA. PRODEPA. 567 p.
- Houghton, R.A. (1990). The future role of tropical forests in affecting the carbon dioxide concentration of the atmosphere. *Ambio*. Vol. 19 No. 4:204-209.
- Kang, B.T., L. Reynolds and A.N. Attah-Krah. (1990). Alley farming. In: Brady, N.C. (Ed.) *Avances in Agronomy*. Vol. 43. Academic Press. pp. 315-359.
- Lowry, J.B., Lowry, J.B.C., e Jones, R. (1988). Enhanced grass growth below a canopy of *Albizia lebbek*. *Nitrogen Fixing Tree Res. Rep.* 6:45-46.
- Marques, L.C.T., Brienza, S. Jr. e Locatelli, M. (1986). Estado atual das pesquisas agroflorestais da EMBRAPA na Amazônia brasileira. In: *Taller Sobre Diseño Estadístico y Evaluation Económica*

de Sistema Agroflorestais. Curitiba, 123 p.

- Mckerrow, A.J. (1992) Nutrient stocks in abandoned pastures of the central Amazon basin prior to and following cutting and burning. MS thesis. North Carolina State University, Raleigh, NC 26695, USA. 116 p.
- Montagnini, F. e Sancho, F. (1990). Impacts of native trees on tropical soils: a study in the Atlantic lowlands of Costa Rica, Central America. *Ambio*. 19:386-390.
- Odum, H.T. e Pigeon, R.F. (1970). A tropical rainforest, vol. III. Office of Information Services, US Atomic Energy Commission, Washington, DC. 1660 p.
- Okafor, J.C. e Fernandes, E.C.M. (1987) Compound farms of southeastern Nigeria: a predominant agroforestry homegarden system with crops and small livestock. *Agroforestry Systems* 5:153-168.
- Parrotta, J.A. (1991). The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical forest ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.00:000-000.
- Prinz, J.M. (1986) Increasing the productivity of smallholder farming systems by introduction of planted fallows. *Plant Research and Development*. 24:31-56.
- Russel, C.E. (1983). Nutrient cycling and productivity in native and plantation forests in Jari Florestal, Para. Brazil. Ph.D. thesis, Institute of Ecology, University of Georgia, Athens.
- Sanchez, P.A., Palm, C.A., Davey, C.B., Szott, L.T., Russell, C.E. (1985). Tree crops as soil improvers in the humid tropics? In: M.G.R. Cannell e Jackson, J.E. (eds.) *Attributes of trees as crop plants*. Institute of Terrestrial Ecology. Nat. Env. Res. Council. Abbots Ripton, UK. pp. 327-350.
- Sawyer, D. (1990). The future of deforestation in Amazonia: a socioeconomic and political analysis. p. 265-274. In: Anderson, A.B. (ed.) *Alternatives to deforestation: Steps toward sustainable use of the Amazon rain forest*. Columbia University Press, New York, USA. 281 p.
- Silva, L.F. (1983). Influencia de cultivos e sistemas de manejo nas modificações edáficas dos Oxisols de tabuleiro (Haplorthox) do Sul da Bahia. Belém (Brazil): CEPLAC, Departamento Especial da Amazonia.
- Subler, S. e Uhl, C. (1990). Japanese agroforestry in amazonia: a case study in Tomé Açu, Brazil. In: Anderson, A.B. (Ed.) *Alternatives to deforestation. Steps toward sustainable use of the Amazon rainforest*. Columbia University Press. New York. pp. 152-166.
- Szott, L.T., Fernandes, E.C.M. e Sanchez, P.A. (1991a). Soil-plant interactions in agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, 45, 127-152.
- Uhl, C., Buschbacher, R., e Serrão, E.A.S. (1988). Abandoned pastures in Eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. *J. Ecology*. 76:663-681.
- Veiga, J.B. da, Brienza, S. Jr., Marques, L.C.T., Serrão, E.A.S., Yared, J.A.G., Bastos, J.B., Costa, M.P. da, e Kitamura, P.C. (1988). Associação de espécies florestais com forrageiras para recuperação de áreas degradadas. In: *Relatorio Tecnico Anual do CPATU*. Belém. EMBRAPA-CPATU, p. 61-62.