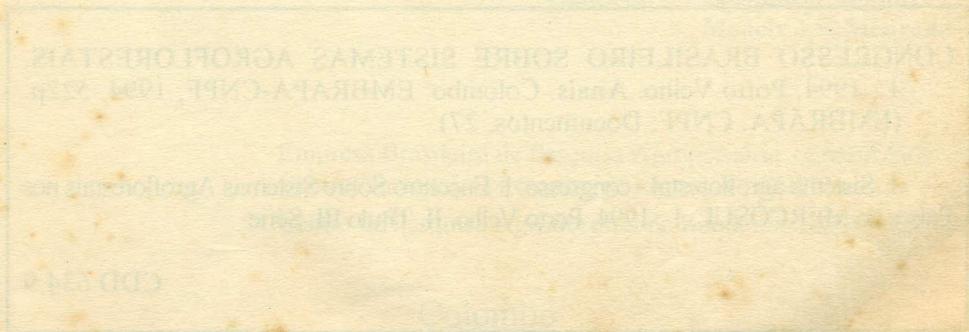


63499
C749a
1994
N.1

EMBRAPA - CPAA
Biblioteca

I CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS

I ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAÍSES DO MERCOSUL



ESTRATÉGIAS AGROFLORESTAIS PARA REDUÇÃO DAS LIMITAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO PARA PRODUÇÃO DE FIBRA E ALIMENTO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL.

Erick C.M. Fernandes¹
João Carlos de Souza Matos²
Marcelo Francia Arco-Verde³
Thomas Ludewigs⁴

1. INTRODUÇÃO

Sistemas agroflorestais tradicionais têm tido um papel significativo no sustento das populações em uma variedade de solos e condições climáticas nos trópicos (FERNANDES e NAIR, 1987). Agrofloresta refere-se a uma faixa de sistemas de uso da terra na qual árvores são manejadas juntamente com culturas e/ou pastos. As árvores podem estar presentes numa dada unidade de terra ao mesmo tempo que culturas agrícolas ou pastos (agrofloresta zonal) ou podem estar em rotação com espécies herbáceas (agrofloresta rotacional). Sistemas agroflorestais apropriados têm o potencial não somente de manter a produtividade de áreas atualmente cultiváveis, mas também de reabilitar áreas de cultivos ou pastagens abandonadas. Além disso, vários produtos florestais (lenha, frutos, castanhas, plantas medicinais) comumente utilizados pelas populações rurais estão em diminuição crescente devido ao desmatamento. Agrofloresta oferece a possibilidade de substituição desses sistemas de produção da floresta natural via a produção de madeira, fruto, lenha, poste/mourão, plantas medicinais, e vários outros produtos para consumo caseiro ou para venda, nas próprias áreas que são atualmente utilizadas para produção agrícola.

As propriedades química ou física do solo determinam a composição das espécies, capacidade de produção de biomassa acima e abaixo do solo e, conseqüentemente, a ciclagem de nutrientes e potencial de conservação do solo da vegetação. O objetivo deste trabalho é identificar várias maneiras pela qual a própria diversidade biológica e estrutural dos sistemas agroflorestais possam ser utilizadas para a produção sustentada de fibras e

¹ Departamento de Ciência do Solo, N.C. State University, Box 7619, Raleigh, NC 27695-7619, USA [Fax: 919-515-7422]

² Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA-EMBRAPA), C.P. 319, Manaus, AM 69047-068, Brasil [Fax: 55-92-236-6356]

³ Eng. Florestal, bolsista do convênio N.C. State University e Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, C.P. 319, Manaus, Brasil [Fax: 55-92-236-6356]

⁴ Eng. Agrônomo, bolsista do convênio N.C. State University e Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, C.P. 319, Manaus, Brasil [Fax: 55-92-236-6356]

frutos nas áreas já desmatadas sem a necessidade de derrubar mais floresta dois ou três anos após o desmatamento inicial. Como a grande parte de área desmatada na Amazônia brasileira é basicamente de solos pobres e pastagem abandonada (FERNANDES et al., 1994), nós também discutimos as implicações técnicas para sistemas agroflorestais na reabilitação e conversão de áreas de pastagens abandonadas para um sistema diversificado entre criação animal-cultivos anuais/fruticultura-árvores (Agrosilvipastoril). A mudança da política do uso da terra será necessária para que a distribuição socialmente justa de incentivos e subsídios capazes de promover a conversão de pastagem abandonada a sistemas agroflorestais produtivos, estão além do alcance dessa publicação.

2. FATORES QUÍMICOS DO SOLO QUE LIMITAM OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FIBRAS E ALIMENTOS NA AMAZÔNIA.

Aproximadamente 75% da Bacia Amazônica contém solos ácidos de baixa fertilidade classificados como latossolos. Solos de terra firme tais como oxisols e ultisols, são caracterizados como de baixa reserva de nutrientes, baixa capacidade de troca catiônica (CTC), alta toxicidade de alumínio, e baixa disponibilidade de fósforo (COCHRANE e SANCHEZ, 1982). A várzea ou banco de solos dos rios de águas claras são geralmente mais férteis devido à reposição de sedimentos depositados pela inundação. Várzeas de águas escuras são geralmente areias não férteis e normalmente utilizadas para agricultura. Enquanto oxissois tem comumente níveis muito baixos de potássio, cálcio e magnésio. Ultisols podem apresentar grandes problemas de toxidez de alumínio devido a maiores níveis de alumínio trocáveis. Os maiores níveis de alumínio em Ultisols, alguns Inceptisols, Oxisols e Spodosols podem restringir severamente o crescimento radicular, absorção de nutrientes, e conseqüentemente, a ciclagem de nutrientes (SZOTT et al, 1991). A fixação do fósforo é comumente alta e por esta razão a disponibilidade de fósforo é baixa em Oxisols. Solos arenosos apresentam baixos níveis de nitrogênio, embora fósforo, cálcio e magnésio possam também ser baixos.

Dos 482 milhões de hectares na bacia Amazônica, 81% da área tem valor de pH nas camadas superiores do solo menor que 5.3 e 82% tem valores de pH menor que 5.3 nas camadas inferiores. Associado com estes baixos níveis de pH está a toxidez de alumínio. COCHRANE e SANCHEZ (1982) relataram que 73% dos solos da Amazônia tem saturação de Alumínio de 60% ou mais nos 50 cm da camada superior do solo. Na Amazônia, 90% do solo apresentam níveis de fósforo na camada superior do solo menor que 7 mg/Kg (COCHRANE e SANCHEZ, 1982). Assumindo um nível crítico de fósforo de 10 mg/kg, estes solos não irão suportar cultivos sem adições de fósforo. Felizmente, estima-se que somente 16% dos solos são fortes fixadores de fósforo, ou seja, eles têm 35% de argila e uma alta percentagem de óxido de ferro. O restante dos solos pode ser manejado por indicação de pequenas aplicações de fósforo com base de cultura a cultura.

A baixa CTC é considerada como um contraste no solo (CASSEL e LAL, 1992). A susceptibilidade de perda de nutrientes móveis por lavagem do solo aumenta quando a CTC diminui. Isto é de maior importância no ambiente onde a chuva anual excede o potencial da maior evapotranspiração do ano e onde os nutrientes são de baixa disponibilidade.

3. AGRICULTURA DE DERRUBA E QUEIMA E AGROFLORESTA NA AMAZÔNIA

Tradicionalmente, agricultores nos trópicos têm temporariamente superado os contrastes químicos do solo pela derruba e queima da floresta. Agricultores tradicionais derrubam cerca de um hectare de floresta primária ou secundária, queimam e então cultivam plantas por um ano ou mais aproveitando a vantagem dos nutrientes que são liberados pelas cinzas. As quantidades de nutrientes acumulados na biomassa da floresta estão na faixa 100-600 Kg/N/Ha, 10-40 Kg/P/Ha, 200-400 Kg/K/Ha, 150-1125 Kg/Ca/Ha, e 30-170 Kg/Mg/Ha (Sanchez, 1976; Andriessse, 1987). De 20 a 40% da biomassa são transformadas em cinzas. Dados de medida de conteúdo de nutrientes das cinzas em vários locais na Amazônia estão presentes na Tabela IV. Grande perda de nutrientes ocorre durante a queima provavelmente via remoção física das cinzas, via correntes de ar geradas pela queima. Aproximadamente 88-89% de N, 43-51% de fósforo, 30-44% de potássio, 33-52% de cálcio, e 31-40% de Mg contidos na biomassa acima do solo foram calculados como perda durante a queima (COUTINHO, 1991; MCKERROW, 1992). Depois da queima, perda de nutrientes do local continua através run-off causado pela chuva e erosão do solo, lixiviação, volatilização e colheita de culturas. Uma vez que a produção diminui em função do declínio da fertilidade do solo e/ou aumento da pressão de invasoras, o local é abandonado. O acúmulo de nutrientes, sombra de invasoras pela regeneração da vegetação da floresta, a ação de raízes, associados à ação de microorganismos e fauna do solo, são processos pelo qual o potencial de produtividade dos solos das áreas abandonadas está gradualmente passando para um estado aproximado daquele da floresta primária.

Devido ao aumento da pressão populacional e novas políticas de uso da terra que proibiram o desmatamento e queima da floresta primária, as capoeiras são derrubadas e queimadas antes da produtividade ter sido recuperada resultando em eventual problema de degradação do solo. Agricultores requerem urgentemente uso de alternativas que englobem diversas condições sócioeconômicas e ecológicas e produção sustentável de fibras e frutos sem degradarem as fontes do solo necessárias para futuras produções. Nós sugerimos que tais sistemas potencialmente sustentáveis devam ser caracterizados por:

- Diversidade estrutural e biológica para minimizar a biofísica (pestes, secas), risco econômico (mercados) e proporcionem elasticidade tal que, ambos, agricultor e sistemas sobrevivam em "anos magros".

- Um alto grau de solo coberto via dossel das plantas ou resíduos deixados na superfície do solo.

- Produtos de baixo volume e alto valor para minimizar nutrientes exportados e a aplicação de adequados níveis de fertilizantes orgânicos e inorgânicos para o balanço de nutrientes removidos nas colheitas.

- O retorno de resíduos das culturas (ou esterco animal para maximizar a reciclagem de nutrientes da cultura).

- O uso e manejo otimizado de culturas adaptadas ou melhoradas e espécie animal ou variedades de plantas.

Muitas das características acima são comumente encontradas em práticas agroflorestais. Sistemas de produção de alimentos e madeiras que envolvem a combinação e manejo de árvores, culturas e/ou animais simultaneamente ou em rotação em uma dada

unidade de terra, referem-se à agrofloresta. Estes sistemas geralmente requerem baixo a médio capital e produzem madeira, alimento e outros produtos. Além disso, sistemas agroflorestais são caracterizados por uma variedade de serviços potenciais importantes tais como a conservação do solo e a manutenção da fertilidade do solo (LUNDGREN and RAIN TREE, 1982; NAIR, 1984; YOUNG, 1989).

A principal diferença entre agrofloresta e sistema de monocultivo está no potencial em incorporar árvores que são consideradas mais tolerantes às condições de solos ácidos que culturas anuais comuns. A função destas árvores adaptadas está em conservar os nutrientes existentes no solo, aumentar a absorção e reciclagem de fertilizantes adicionados, e incorporar nutriente tal como nitrogênio via fixação biológica de nitrogênio.

O princípio de suposição das melhorias do solo em agrofloresta em relação a outros sistemas de cultivos, é que os nutrientes exportados via colheita de produtos da planta e animal, erosão, lixiviação, volatilização e deteriorização das propriedades físicas do solo devido a cultivos agrícolas ou pastagem podem ser encontrados através de três componentes, via: 1) Absorção de nutrientes pela profundidade das raízes das árvores permitindo a captura e deposição superficial através da liteira das arvores, dos nutrientes, além de melhorar as raízes dos cultivos, 2) Aumento da quantidade de entrada de compostos orgânicos (parte aérea e raiz) para o solo, ajudam a manter a matéria orgânica do solo e também melhorar a estrutura física e estado nutricional do solo, e 3) Aumento da adição de nutrientes via fixação biológica de nutrientes, pó ou gases pela interceptação do dossel das árvores. A discussão das hipóteses de melhoria de solo-planta utilizando dados nos trópicos foi obtida de FERNANDES et al., (1994).

4. CARACTERÍSTICAS ARBÓREAS PARA MANUTENÇÃO DA PRODUTIVIDADE DO SOLO EM AGROFLORESTA.

Espécies de leguminosas arbóreas, de crescimento rápido, são os principais componentes de tecnologia agroflorestais (Nair et al., 1984). Adaptabilidade às condições físicas e químicas do solo é uma necessidade vital para algumas espécies arbóreas contribuírem para a melhoria do solo. Baseado nesses estudos da Amazônia e outras regiões nos trópicos úmidos (FERNANDES et al., 1994), nós sugerimos o seguinte critério para julgamento apropriado da melhoria do solo através de espécies arbóreas ou procedência:

- 1) Produção de biomassa da parte aérea: 8 a 10 Mg/ha/ano de um a quatro cortes por ano (tabela 3).
- 2) Potencial de fixação biológica de nitrogênio de 10 a 50 Kg/N/ha/ano.
- 3) Maioria das raízes finas das árvores (<2mm diâmetro) concentrado abaixo da profundidade na qual o volume de raízes de culturas anuais são encontradas. (15-20 cm).
- 4) Capacidade para associação de forma micorrízica efetiva com população nativa de fungo micorrízico Vesicular-arbuscular (VA) ou ectomicorrízico, a fim de aumentar a eficiência de utilização de baixos níveis de fósforo nativo do solo, e pequena quantidade de fósforo adicionado via fertilizantes.

- 5) Concentração moderada a alta de nutrientes na biomassa foliar (e.g. 2.0-3.5% N, 0.2-0.3% P, 1-3% K e 0.5-1.5% Ca). Interpretação de dados para concentração de micronutrientes na biomassa de árvores e arbustos é também difícil. Biomassa foliar derivada de árvores de crescimento vigoroso de *Inga edulis* desenvolvidos em Ultisol foram: Mn 112, Cu 13, Zn 35, e Fe 95 mg/Kg (FERNANDES, 1990).
- 6) Rápida taxa de decomposição (1 a 3 semanas) onde biomassa é usada para fornecer nutrientes associados às culturas (*Leucaena leucocephala*, *Sesbania sesban*, *Gliricidia sepium*) ou baixa taxa de decomposição (2 a 6 meses) onde biomassa arbórea é usada como mulch para impedir o desenvolvimento das invasoras e proteção do solo (*Inga edulis* e *Flemingia macrophylla*).
- 7) Ausência de substâncias tóxicas nas folhagens e exsudatos de raízes. Por exemplo, no cerrado do Brasil algumas espécies têm sido apresentadas com acúmulo de 4.000 a 14.000 mg/Kg de alumínio nas folhagens (HARIDASAN, 1982). Espécies não acumuladoras tem concentrações < 200 mg/Kg.

Existem muitas árvores e arbustos promissoras com potencial para melhorar o solo. A maioria das espécies preferidas tendem ser fixadoras de nitrogênio. Para solos ácidos na Amazônia, as espécies arbóreas e arbustivas que parecem ter bom potencial são: *I. edulis*, *Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, *Gliricidia sepium*, *Paraserianthes falcataria* e *Senna reticulata*.

5. SISTEMAS AGROFLORESTAIS NATIVOS NA AMAZÔNIA

Ao longo da Amazônia, temos árvores manejadas e plantadas de uma variedade de produtos e serviços em associação conjunta com culturas alimentares perenes e anuais (DENEVAN e PADDOCH, 1987; POSEY, 1985). Os Kayapós criaram "Ilhas de recursos" de árvores, arbustos, ervas, e raízes de culturas nas margens de florestas e também em pastagens em áreas abertas. Estas espécies são geralmente coletadas como plântulas na floresta e transplantadas para clareiras e campos. Centenas de espécies têm sido detectadas nestas "ilhas de agrofloresta" (KERR e POSEY, 1984; POSEY, 1984). Um mosaico de diferentes idades, parcelas com diferentes históricos estabelecidos e manejados pelos índios araras nas vicinais da Transamazônica contendo 19 variedades de plantas pertencentes a 13 espécies (SMITH, 1978). As plantas envolviam jerimum (*Cucurbita spp.*), batata doce (*Ipomoea batatas*), banana (*Musa spp.*), abacaxi (*Ananas comosus*), algodão (*Gossypium hirsutum*), gengibre (*Renalmia occidentalis*), urucum (*Bixa orellana*), e araticum (*Anona nitida*).

4. A grande maioria desses tradicionais sistemas envolvem manejo de pousio da vegetação (para uma variedade de produtos e serviços), acompanhado de cultivo e subsequentemente abandono que permitem a regeneração das espécies florestais. A maioria das espécies arbóreas da Amazônia em uso hoje, são provavelmente domesticadas através dos sistemas tradicionais. Somando a um alto número diversificado de espécies, sistemas agroflorestais indígenas são caracterizados por uma variedade de associações de espécies de

diferentes associações de diferentes classes de idades espalhados sobre vários lugares. Esses aspectos maximizam a eficiência do trabalho por unidade de área, minimizam perdas de árvores e culturas devido a secas e doenças, e garantem a disponibilidade de alimentos a níveis relativamente modestos de produtividade de espécies. ✕

6. SISTEMAS AGROFLORESTAIS INTRODUZIDOS E RECENTEMENTE DESENVOLVIDOS NA AMAZÔNIA

Imigrantes da Amazônia e seus descendentes têm introduzido e desenvolvido uma grande variedade de sistemas agroflorestais que atendem a combinação de espécies domesticadas e diversidade estrutural dos sistemas Amazônicos, com novas espécies e rotações para chegarem ao encontro das necessidades de alimentos e de recursos financeiros. Muitos sistemas implantados também iniciam com culturas anuais e culturas semi-perenes (arroz, cassava e banana) acompanhados de derruba e queimada da vegetação da floresta. A próxima fase geralmente envolve o estabelecimento de variedades de espécies arbóreas (tabela 1) e incorpora a criação animal. Por si só, essas culturas não constituem agrofloresta. Os plantios de espécies arbóreas podem acompanhar culturas anuais (agrofloresta rotacional), ou espécies arbóreas podem estar presentes ao mesmo tempo com culturas anuais ou animais (agrofloresta zonal ou mista). Dadas as interações econômicas e ecológicas entre a primeira fase de culturas anuais e a segunda fase de culturas arbóreas e/ou criação animal, muitos desses sistemas podem ser classificados como agrossilvicultural, silvicultural ou agrossilvipastoril. ✓

Homegardens (cultivos de quintal) baseado em árvores são típicas práticas agrossilvipastoris, e envolvem uma variedade de espécies nativas e exóticas para frutos, madeira, sombra, medicinal, condimento e forragem. Tem sido constatado sistema com cerca de 30 culturas perenes e anuais no Pará (SUBLER e UHL, 1990) e mais de 70 culturas no Peru (PADOCH e de JONG, 1991). Cultivo de quintal baseado em árvore (Multi-espécies) tem um alto grau de sustentabilidade biológica e ecológica acoplado com boa aceitabilidade social. Os fatores que promovem sustentabilidade incluem produção diversificada, risco reduzido de perda da cultura, aumento da eficiência da mão-de-obra, produção contínua acompanhada da diminuição das perdas de pós-colheita, boa ciclagem de nutrientes e redução da erosão devido à cobertura do solo. A diversidade das espécies é maior, próximo à casa do agricultor e diminui com a distância. Na maior parte dos casos, cultivo de quintal contém espécies que produzem alimento e espécies de maior valor onde agricultores podem estar melhor protegidos de qualquer crise.

7. PRÁTICAS AGROFLORESTAIS COM POTENCIAL PARA A AMAZÔNIA

Várias práticas agroflorestais têm o potencial significativo para reduzir o desmatamento enquanto permitem a produção de madeira e alimento sem a degradação do solo. Intervenções agroflorestais são especialmente consideradas quanto mais apropriada que os sistemas monoculturais das áreas já desmatadas e não como alternativas para floresta primária.

7.1. - Manejo de Pousio de Árvores.

Tradicionalmente, após cultivar uma pequena parte de área desmatada por 2 a 4 anos, agricultores a abandonam para um pousio natural da floresta. Nós sustentamos, entretanto, que promovendo o estabelecimento e manejo de leguminosas de crescimento rápido e outras espécies arbóreas no pousio, pode-se reduzir significativamente o tempo requerido para o solo recuperar a produtividade aos níveis originais da floresta. Isto é devido à rápida taxa de crescimento e estratégias especializadas de acúmulo de nutrientes que fazem estas espécies capazes de absorverem e concentrarem mais nutrientes na biomassa, mesmo em níveis muito baixos de concentrações no solo. PRINZ (1986) identificou os seguintes fatores para o sucesso do manejo do pousio de árvores: o solo não precisa estar completamente esgotado, boa regeneração das espécies da floresta natural e/ou floresta natural adjacente para a área de pousio, e um período de pousio suficientemente longo para permitir a completa recuperação do solo. É ideal que as espécies de árvores para pousio tenham rápido crescimento, alta acumulação de biomassa, possuam um sistema radicular desenvolvido, e alta capacidade de absorção de nutrientes. Além disso, o rápido estabelecimento das espécies arbóreas nos pousios pode significar não somente o aumento da dispersão de sementes das espécies de pousio secundárias, como também o aumento de habitats para o pouso e alimentação de pássaros e morcegos, mas também criar microhabitats favoráveis para a germinação de outras espécies de pousio. Para tornar o conceito de árvores de pousio atrativo aos agricultores, é importante que no mínimo algumas das espécies cultivadas em pousio tenham importância econômica.

7.2. - Pousios com Espécies com Alto Acúmulo de Nutrientes.

As concentrações de N, P, e K nas folhas de *Laetia procera* foram o dobro daquelas encontradas nas folhas de várias espécies da vegetação da floresta primária em solos de baixa fertilidade (Mc KERROW, 1992). Por exemplo, *Cecropia* spp. tem mostrado acúmulo de Ca e P em solos ácidos (ODUM e PIGEON, 1970). Outras espécies arbóreas mostraram ser colonizadoras de pastagens degradadas e abandonadas, tais como, *Vismia* spp., *Goupia glabra*, *Bellucia grosularioides*, *Dipteryx odorata*, e *Zanthoxylum procerum* (UHL et al., 1988).

7.3. - Pousios com espécies de valor econômico.

A inclusão de espécies com produtos de valor econômico (flores, frutos, medicina homeopática, essências, resinas) fornecem retorno econômico até que o pousio biológico, ecológico e a recuperação potencial da área tenha sido realizada. Por exemplo, espécies frutíferas (*Annona muricata*, *Bactris gasipaes*, *Eugenia stiptata*, *Rollinia mucosa*, *Theobroma grandiflorum*) e variadas espécies de plantas com componentes medicinais são comumente fornecedores precoces e com mais retornos substanciais (relativo ao pousio natural). É comum que várias espécies de valor comercial ainda não tenham sido descobertas na Amazônia. A estratégia para enriquecer economicamente os pousios é usar espécies que produzam baixo volume, porém produtos de alto valor, evitando-se a exportação excessiva de nutrientes do sítio.

7.4. - Alley Cropping (Cultivo em Aléias).

Este sistema tem potencial para produzir cultivos sustentáveis através da melhor proteção do solo, ciclagem de nutrientes, e redução da pressão de invasoras (KANG et al., 1990). O sistema envolve o crescimento de culturas alimentares anuais nas aléias formadas pelas faixas de rápido crescimento, árvores fixadoras de nitrogênio. As faixas são podadas periodicamente para fornecer matéria verde ou "mulch" para os cultivos nas aléias e para minimizar o sombreamento e competição radicular entre as faixas. Resultados experimentais de diversos estudos sobre fertilidade dos solos (principalmente Alfisols e Entisols) mostram a sustentabilidade dos cultivos de Alley Cropping mantendo os nutrientes do solo e evitando a diminuição da matéria orgânica do solo (KANG et al., 1990). A produtividade insatisfatória de culturas a curto e médio prazo tem sido reportada de ensaios de Alley Cropping em solos de baixa fertilidade na Amazônia (FERNANDES et al., 1993a). O baixo conteúdo de nutrientes dos Oxisols e Ultisols (solos predominantes na Amazônia) resultam em alta competição entre faixas e os cultivos anuais. A ciclagem de nutrientes pelas faixas é frequente no uso das culturas nas aléias. O trabalho necessário para as frequentes podas das faixas a fim de reduzir a competição entre árvores e culturas anuais é proibitivo.

O cultivo em aléias em encostas com espécies perenes (*Bactris gasipaes*, *Theobroma grandiflorum*, *Bertholettia excelsa*, *Eugenia stipitata*) dispostas nas aléias, está provando ser uma opção mais adequada para Amazônia. A função principal das linhas de cultivo com espécies produtoras de biomassa é a de minimizar o escoamento superficial de água e a erosão, e também a de controlar invasoras através do fornecimento de cobertura morta. Espécies produtoras de biomassa que se enquadram bem nas condições de solos ácidos incluem *Inga edulis*, *Gliciridia sepium*, *Cassia reticulata*, *Flemingia congesta*, *Calliandra calothyrsus*, e *Paraserianthes falcataria* (FERNANDES et al., 1993b). O controle de ervas invasoras é considerado frequentemente como a principal determinante envolvida no sucesso do estabelecimento e da produção de diversas culturas perenes; daí a seleção de espécies de conhecimento comum como *Inga edulis* poder reduzir significativamente a pressão exercida por invasoras (SZOTT et al., 1991), e aumentar as chances do sistema ser adotado por agricultores.

A modificação do tradicional sistema de cultivo em aléias proposta acima também pode ser estendida para o estabelecimento de espécies florestais. Espécies produtoras de biomassa podem ser estabelecidas em faixas paralelas às aléias de culturas anuais, as quais seriam substituídas após um ano ou dois por espécies florestais. As espécies produtoras de biomassa servem, além da provisão de "mulch" como auxílio ao controle de plantas invasoras e reciclagem dos nutrientes, também, nos próximos 5 a 10 anos, como árvores fornecedoras de sombra e proteção contra ventos e pestes.

7.5. - Cultivos de quintal com base em espécies arbóreas.

Têm sido registradas, nos sistemas agroflorestais descritos para os trópicos, ao redor de 190 espécies vegetais em vários estágios de domesticação (FERNANDES e NAIR, 1986). A alta diversidade de espécies e a sustentabilidade dos cultivos de quintal fazem com que sejam ideais para uso em zonas tampão ao redor de reservas extrativistas e florestas sob

proteção ambiental, e melhoram as chances de fluxo gênico de populações selvagens para semi-domesticadas de espécies frutíferas e alimentícias. Na África, onde o desmatamento resultou em perdas significativas de biodiversidade, os cultivos de quintal têm sido identificados como importantes bancos de germoplasma "in situ" de espécies semi-domesticadas (OKAFOR e FERNANDES, 1987). Cultivos de quintal na Amazônia também podem desempenhar papel fundamental no auxílio à preservação de espécies nativas e semi-domesticadas.

Cultivos de quintal menos diversificados podem ser enriquecidos com espécies madeiráveis de alto valor ou com frutíferas/alimentícias. Em um ensaio na Amazônia Central, MARQUES et al., (1986) relatou êxito no estabelecimento e performance satisfatória em uma associação de múltiplas espécies envolvendo *Dypterix odorata*, *Vochysia maxima*, *Bertholettia maxima*, *Bagassa guianensis*, *Theobroma grandiflorum* e *Inga edulis*.

7.6. - Associações de árvores com pastagens (Sistemas silvipastoris).

Apesar dos efeitos benéficos das plantações de culturas perenes na conservação do solo e na ciclagem de nutrientes (ALVIM, 1989), a produção sustentável de plantações de culturas arbóreas (principalmente borracha e óleo de dendê) na Amazônia tem sido raramente possível devido a uma combinação de problemas fitossanitários e de baixos retornos econômicos. A inclusão de culturas de cobertura e do componente animal determina flexibilidade adicional com respeito ao mercado, retorno econômico e substituição aos insumos normalmente requeridos. Em adição à proteção do solo, o uso de leguminosas como cultura de cobertura (como *Centrosema macrocarpum*, *Desmodium ovalifolium*, *Pueraria phaseoloides*), podem contribuir para melhorar o crescimento radicular e o conteúdo de N no solo via fixação de nitrogênio (BROUGHTON, 1977). Mesmo na ausência de cobertura com leguminosas, a integração de ovelhas, aves domésticas e abelhas em cultivos arbóreos pode não ser apenas socialmente e economicamente atraente, mas como também resultar em uma redução significativa nos custos de controle de ervas invasoras nas plantações.

▲ Dado o vasto potencial de mercado nacional e internacional para a madeira, o estabelecimento de espécies madeiráveis em pastagens melhoraria consideravelmente o retorno econômico, a longo prazo, ao produtor, e justificaria incentivos e subsídios a curto prazo para ajudar a estabelecer pastagens melhoradas (consórcios de gramíneas com leguminosas). Um exemplo de tal sistema, envolvendo *Schizolobium amazonicum*, *Bagassa guianensis*, *Eucalyptus tareticornis* e várias gramíneas forrageiras foi relatado por VEIGA et al., (1988) na região de Paragominas, PA. Outras espécies arbóreas potencialmente úteis em pastagens incluem *Carapa guianensis*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Cordia goeldiana*, *Dinizia excelsa*, *Swietenia macrophylla* e outras espécies arbóreas economicamente importantes. O uso de espécies "protetoras" e de crescimento rápido (como *Schizolobium amazonicum*, *Sclerolobium paniculatum*, *Inga edulis*) podem também, além do retorno econômico a curto prazo, proteger as espécies madeiráveis de maior valor da ação do vento e de prejuízos fitossanitários.

7.7. - Uso de arbustos como cercas vivas.

Em todos os sistemas envolvendo a criação de animais, a utilização de cercas para fins de contenção de animais requer elevado número de moirões. A contínua remoção de árvores jovens de florestas primárias e secundárias para o estabelecimento e manutenção das cercas consiste em sério e não notificado agravante do desmatamento. Uma alternativa agroflorestal para tal prática envolve o plantio de grandes estacas (de 1,5 - 2 m) capazes de enraizar e continuar crescendo, produzindo daí moirões para cercas vivas. Plantando-se as estacas mais densamente têm-se verdadeiras barreiras vivas. Espécies normalmente usadas para cercas vivas incluem *Gliricidia sepium*, *Erythrina* spp., *Spondias* spp., *Pithecellobium dulce* (BUDOWSKI, 1987). O uso de moirões destas espécies como cercas vivas pode ter um impacto significativo na redução do desmatamento, ajudar no combate à erosão em lavouras e reduzir a perda de nutrientes na água de escoamento superficial.

7.8. - "Taungya" modificado.

Este sistema foi desenvolvido como uma prática agrossilvicultural (envolvendo cultivos agrícolas, florestais e criação de animais) visando a recuperação de áreas desmatadas e degradadas, via plantações de árvores madeiráveis e cultivos anuais (BOONKIRD et al., 1984). Agricultores itinerantes são atraídos a estabelecer plantações florestais através de vários incentivos tais como moradia, assistência médica, escolas e títulos permanentes de posse da terra. Os agricultores são requisitados a ajudar no estabelecimento e manutenção dos plantios, nos quais é permitida a co-utilização da terra para cultivos anuais durante os primeiros três a quatro anos após o estabelecimento. Na Amazônia, o sistema "Taungya" modificado pode ser empregado no reflorestamento de vastas áreas degradadas de terra firme, ao passo que gera empregos e promove assentamento a migrantes sem-terra. BRIENZA e YARED (1991) relataram o estabelecimento satisfatório, a custos reduzidos, de parcelas de *Cordia goeldiana*, *Jacaranda copaia* e *Bagassa guianensis* via consórcio de árvores com caupi (*Vigna unguiculata*). Incentivos e facilidades de crédito que permitam a intensificação do uso da terra em propriedades rurais consiste em importante passo rumo a auto-suficiência na produção de alimentos.

Os incentivos fiscais, bem como outros custos financeiros envolvidos na implantação do sistema "taungya" modificado, podem ser justificados com base na equidade social, pelo fato de que agricultores itinerantes se tornariam agentes de reflorestamento e também pela redução da necessidade de corte de madeira em florestas nativas, caso o estabelecimento das plantações florestais seja bem sucedido. Tais plantações florestais podem desempenhar também um papel efetivo na redução dos níveis atmosféricos de CO₂ (efeito estufa), desde que a acumulação de carbono em plantações florestais em crescimento corresponda de 20 a 100 vezes àquela observada em pastagens degradadas (HOUGHTON, 1990). Plantações de espécies madeiráveis têm o potencial de fixação de carbono atmosférico por um período significativamente mais longo que plantações para fins energéticos, produção de biomassa ou polpa. Sabe-se hoje que o carbono acumulado no solo é aproximadamente três vezes superior àquele da biomassa vegetal aérea e duas vezes àquele acumulado na atmosfera (ESWARAN et al., 1993). Numerosos estudos têm mostrado que plantações florestais em solos degradados podem elevar níveis de matéria orgânica no solo via aumento da camada de liteira (LOWRY et al., 1988) e da taxa de decomposição de raízes finas (MONTAGNINI e SANCHO, 1990).

8. ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA SUSTENTAR A PRODUTIVIDADE DO SOLO ATRAVÉS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Em solos ácidos e inférteis (Oxisols, Ultisols, Dystrópepts, Psamments e Spodosols) o potencial de árvores para sustentar a produtividade do solo se baseia em seu papel como fator maximizador da cobertura do solo (através das copas das árvores e da cobertura morta), e minimizando a perda dos escassos nutrientes que se dá devido ao escoamento superficial de água, erosão e lixiviação (SZOTT et al., 1990a). Devido à redução na perda de nutrientes em sistemas que incluem árvores, a eficiência no uso de quantidades de fertilizantes químicos relativamente pequenas pode ser significativamente melhorada.

Sugerimos as seguintes estratégias para aumentar o potencial de sistemas agroflorestais em sustentar a produtividade de solos ácidos e inférteis em áreas recentemente desmatadas na Amazônia :

1. Seleção e uso de árvores tolerantes a solos ácidos (espécies madeiráveis, forrageiras, medicinais, resináveis e para tinturas), germoplasma de culturas alimentícias e de cobertura morta, e de estirpes compatíveis de Rhizobia e de micorrizas vesículo - arbusculares (MVA)
2. Uso de grande variedade de leguminosas de cobertura e espécies arbóreas que aproveitem bem o potencial existente para fixação biológica do nitrogênio. Dados os baixos níveis de P disponível na maioria dos solos ácidos, um aumento nos teores deste nutriente e sua eficiente absorção pelas plantas fazem-se necessários desde que ambas, fixação e nodulação, requeiram fósforo. O aumento na disponibilidade e absorção de fósforo pelas raízes pode ser alcançado através do uso adequado de associações com micorrizas e adição de 20 a 50 kg de P ha⁻¹, pois os fungos micorrízicos não fabricam P, apenas auxiliam a planta na absorção deste nutriente.
3. Estabelecer, quando possível, uma rápida cobertura do solo com leguminosa herbácea de crescimento rápido (como *Mucuna pruriens*, *Canavalia brasiliensis*), imediatamente após derrubada e queima da vegetação original. A função da cultura de cobertura é proteger a superfície do solo, absorver os nutrientes presentes nas cinzas, e controlar o crescimento de ervas invasoras. A implantação do sistema agroflorestal se dará após o corte da cultura de cobertura.
4. Os nutrientes removidos em grãos, folhas e biomassa lenhosa deverão ser repostos via adubação orgânica e inorgânica, pois de outra forma o sistema deixa de ser sustentável. Fertilizações adicionais, em sítios recentemente desmatados, não são imprescindíveis por um determinado período de tempo, até que a produtividade do sistema entre em declínio. Pastagens abandonadas irão, no entanto, mostrar uma combinação de restrições químicas e físicas ao cultivo do solo, e as medidas a serem tomadas para tornarem a produção nestas áreas viável envolvem descompactação e recuperação química (principalmente através de fósforo e cálcio).

9. CONCLUSÕES

A principal vantagem de sistemas agroflorestais em solos ácidos e inférteis da Amazônia reside num melhor padrão de conservação das características do solo, quando comparado à agricultura de derruba e queima ou a monocultivos. O potencial de utilização de espécies altamente tolerantes a solos ácidos para acúmulo de biomassa e nutrientes, fixação de nitrogênio, barreiras físicas à erosão, e a diversidade de produtos de retorno econômico fazem com que estes sistemas sejam naturalmente atraentes ao produtor rural. Desde que já existem projeções com relação ao tamanho das áreas a serem desmatadas para fins agrícolas nos próximos anos, em solos ácidos e inférteis da Amazônia, faz-se urgente trabalhos que promovam a otimização da sustentabilidade e performance de sistemas agroflorestais nestas áreas marginais.

Enfoques-chave de pesquisa que precisam de atenção sistemática e a longo prazo incluem:

- 1) Identificação das barreiras sociais e econômicas que influam na adoção, por fazendeiros, de sistemas agroflorestais melhorados e potencialmente sustentáveis.
- 2) A seleção e melhoria de germoplasma de árvores, cultivos agrícolas e pastagens para a tolerância a solos ácidos e para uso em associações múltiplas.
- 3) A seleção simultânea de parcerias simbióticas efetivas (Rhizobia e/ou fungos micorrízicos) para estas espécies.
- 4) Caracterização do papel do manejo (espaçamento, rotação, podas, "mulching" e uso mínimo de fertilizantes químicos) para aumentos na produtividade, potencial de ciclagem de nutrientes e sustentabilidade de sistemas agroflorestais.

Um grande número de publicações envolvendo taxas de desmatamento, emissões de gás causando efeito estufa e descrições da natureza especulativa do processo de desmatamento têm contribuído muito pouco para a contenção dos efeitos do desmatamento ou, o que é mais importante, para a melhoria do nível de vida das pessoas que, para fins de subsistência, provocam continuamente derrubada e queima das florestas nativas. É digno de observação que a magnitude do desmatamento para fins de subsistência foi levado a cabo por intervenções tecnológicas tão "sofisticadas" quanto o facão, a foice e a caixa de fósforos ! A não ser que reformas drásticas na política de uso da terra sejam tomadas, o desmatamento praticado por pequenos agricultores na Amazônia tenderá a continuar crescendo num futuro próximo. Sistemas agroflorestais não consistem em uma solução milagrosa que irá fazer parar toda forma de desmatamento futuro por parte dos pequenos agricultores de subsistência. Oferecem, entretanto, a possibilidade real de minimizar a necessidade de uso do facão e da caixa de fósforos, devido à melhoria na conservação dos solos, elevação da taxa de ciclagem de nutrientes, diversificação dos produtos e minimização dos riscos de prejuízo na comercialização da produção ou da falta de alimentos. O efeito acumulativo da redução das taxas de desmatamento, bem como da melhoria do padrão de vida dos "agricultores da floresta" estarão significativamente vinculados aos resultados de intermináveis debates ecológicos e políticos.

10. LITERATURA CITADA

- ALVIM, P. de T. 1989. Tecnologias apropriadas para a agricultura nos trópicos úmidos. Agrotrópica. Vol. 1:(1):5-26. Centro de Pesquisa do Cacau, Ilheus.
- ANDRIESSE, J.P. (1987) Monitoring project of nutrient cycling in soils used for shifting cultivation under various climatic conditions in Asia. Final Report: Part I. Royal Tropical Institute, Amsterdam, The Netherlands. 141 p.
- BARTHOLOMEW, W.V., MEYER, J. and LAUDELLOT, H. 1953. Mineral nutrient immobilization under forest and grass fallows in the Yangambi (Belgian Congo) region. Publication INEAC Serie Scientifique 57. Brussels: 27 p.
- BOONKIRD, S.A., E.C.M. FERNANDES and 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.
- 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.
- CASSEL, D.K. and R. LAL. 1992. Soil physical properties of the tropics: common beliefs and management restraints. Soil Sci. Soc. Am. Special Publication 29:61-89.
- COCHRANE, T.T. and P.A. SANCHEZ. 1982. Land resources, soils and their management in the Amazon region: a state of knowledge report. p. 137-209. In: S.B. Hecht (ed.) Amazonia: agriculture and land use research. CIAT, Cali, Colombia.
- COUTINHO, L.M. (1990) O cerrado e a ecologia do fogo. Ciência Hoje. 12:23-30.
- Eswaran, H., Van den Bergh, E. and Reich, P. 1993. Organic carbon in soils of the world. Soil Society of America Journal 57: 192-194.
- FARIA, S.M. de, LEWIS, G.P., SPRENT, J.I. and SUTHERLAND, J.M. (1989). Occurrence of nodulation in the Leguminosae. New Phytologist, 111, 607-619.
- 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., NEVES, E. and MATTOS, J.C. (1994). Agroforestry, managed fallows and forest plantations for rehabilitating deforested areas in the Brazilian Amazon. pp.96-101. In: "Forestry for Development: Policy, Environment, Technology and Markets". Proceedings of the 1st Panamerican Forestry Congress/7th Brazilian Forestry Congress, 19-24 September, 1993. Curitiba, PR, Brazil. Brazilian Society of Silviculture & Brazilian Society of Foresters, São Paulo.

- FERNANDES, E.C.M. and NAIR, P.K.R. (1986). An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. *Agricultural Systems*. 21:279-310.
- FERNANDES, E.C.M. 1990. *Alley Cropping on Acid Soils*. Ph.D. Diss. N.C. State Univ., Raleigh, USA.
- Fernandes, E.C.M., D.P. GARRITY, L.A. SZOTT, and C.A. Palm. (1993). Use and potential of domesticated trees for soil improvement. In R.R.B. Leakey and A.C. Newton (ed.). *Tropical Trees: The Potential for Domestication*. Proc. IUFRO Centennial Year (1892-1992) Conf. Edinburgh, pp. 218-230. HMSO: London.
- FERNANDES, E.C.M., DAVEY, C.B. and NELSON, L. (1993) Alley cropping on an Ultisol in the Peruvian Amazon: Mulch, fertilizer and tree root pruning effects. p. 77-96. In: J. Ragland and R. Lal (Eds.) "Technologies for Sustainable Agriculture in the Tropics", ASA Special Publication 56. ASA, Madison, WI.
- KANG, B.T., L. REYNOLDS, and A.N. ATTA-KRAH. 1990. Alley farming. *Adv. Agron.* 43:315-359.
- LOWRY, J.B., LOWRY, J.B.C. and JONES, R. 1988. Enhanced grass growth beneath a canopy of *Albizia lebbek*. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports* 6: 45-46.
- LUNDGREN, B.L. and RAIN TREE, J.B. (1982). Sustained agroforestry. In: *Agricultural research for development: potentials and challenges in Asia*, 37-49, (Ed. Nestel, B.), ISNAR, The Hague.
- MARQUES, L.C.T., BRIENZA, S. Jr. and LOCATELLI, M. (1986). Estado atual das pesquisas agroflorestais da EMBRAPA na Amazônia brasileira. In: *Taller Sobre Diseno Estadístico y Evaluation Economica 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. M.Sc. thesis. North Carolina State University, Raleigh, NC. 116 p.
- MONTAGNINI, F. and 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.
- NAIR, P.K.R. (1984). Classifications of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*. 3, 97-128.
- NYE, P.H. and GREENLAND, D.J. (1960). The soil under shifting cultivation. *Technical Communication* 51. UK: Commonwealth Bureau of Soils, 144 p.
- OKAFOR, J.C. and 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.

- PADDOCH, C. and de JONG, W. 1991. The house gardens of Santa Rosa: diversity and variability in an Amazonian agricultural system. *Economic Botany* 45(2):166-175. Subler and Uhl (1990)
- SANCHEZ, P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. John Wiley, New York. 618 p.
- SMITH, 1993
- SPRENT, J.I. (1994). Harnessing symbiotic associations: the potentials of nitrogen-fixing trees. p. 176-182. In: R.R.B. Leakey and A.C. Newton (Eds.) *Tropical Trees: The Potential for Domestication*. Proceedings of a conference organized by the Edinburgh Center for Tropical Forests held at Heriot-Watt University, Edinburgh, on 23-28 August 1992, as part of the IUFRO Centennial Year (1892-1992). HMSO: London.
- SUBLER, S. and 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., PALM, C.A. and SANCHEZ, P.A. (1991). Agroforestry in acid soils of the humid tropics. *Advances in Agronomy*, 45, 275-301.
- SZOTT, L.T., FERNANDES, E.C.M. and SANCHEZ, P.A. (1991). Soil-plant interactions in agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, 45, 127-152.
- UHL, C., R. BUSCHBACHER and E.A.S. SERRÃO. (1988). Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. *Journal of Ecology*. 76:663-681.
- YOUNG, A. (1989). *Agroforestry for Soil Conservation. Science and Practice of Agroforestry No. 4*. C.A.B. International/ICRAF. Wallingford, UK.

TABELA 1: Espécies arbóreas e agrícolas observadas em sistemas agroflorestais de cultivo de quintal nos Estados do Acre, Amazonas, Para, Rondônia e Roraima (FERNANDES dados não publicados).

Nome Comum	Nome Científico	Usos
Abacate	<i>Persea americana</i>	F
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	A, O, C.com.
Guaraná	<i>Paulinia cupana</i>	B, C.com., Med
Tucumã	<i>Astrocaryum aculeatum</i>	F, Fi
Fruta-pão	<i>Artocarpus altilis</i>	S
Jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	F, S
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	F
Limão	<i>Citrus aurantifolia</i>	F, C.com.
Manga	<i>Mangifera indica</i>	F
Pupunha	<i>Bactris gassipaes</i>	F, Palmito
Caju	<i>Anacardium occidentale</i>	F, C.com.
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i>	F
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	F, C.com.
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	S (tintura)
Acerola	<i>Malpigia glabra</i>	F
Pimenta-do-reino	<i>Piper nigrum</i>	T, C.com.
Cacau	<i>Theobroma cacao</i>	S, C.com.
Banana	<i>Musa spp.</i>	F, C.com.
Cafê	<i>Coffea canephora</i>	B, C.com.
Taperebá	<i>Spondias mombin</i>	F
Ingá	<i>Inga edulis</i>	F, L
Biribá	<i>Rollinia mucosa</i>	F, C.com.
Graviola	<i>Anona muricata</i>	Suco, Sorv.
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i>	F, palmito
Araçá-boi	<i>Eugenia stipitata</i>	Suco
Jambo	<i>Eugenia jambos</i>	F
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	F, Suco
Mamão	<i>Carica papaya</i>	F
Caimito	<i>Pouteria caimito</i>	F
Sapoti	<i>Manilkara zapota</i>	F, Goma de mascar
Bacuri	<i>Platonia insignis</i>	F
Genipapo	<i>Genipa americana</i>	F, M
Araticum	<i>Anona montana</i>	F
Bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i>	Vinho, M, Art
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Tubérculo
Maracujá-do-mato	<i>Passiflora nitida</i>	F
Maracujá-caiano	<i>Passiflora macrocarpa</i>	F
Mari	<i>Poraqueiba sericea</i>	F
Seringa	<i>Hevea brasiliensis</i>	Látex
Mapati	<i>Pourouma cecropiaefolia</i>	F
Cubiu	<i>Solanum sessiliflorum</i>	F
Pitomba	<i>Talisia esculenta</i>	F
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	F
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i>	F, Med

F=fruta; A=alimento; O=óleo; C.com.=cultura comercial; Fi=fibra; S=semente; L=lenha; Sorv.=sorvete; M=madeira; B=bebida; Art=artesanato; Med=medicinal

TABELA 2: Produção de biomassa das espécies arbóreas em Alley Cropping nos solos de alta e baixa fertilidade no Trópico Úmido (adaptado por FERNANDES et al., 1993).

Espécies (Mg/ha/ano)		Árv./ha	Árvore		
			Idade meses)	Podas (No/ano)	M.S.
Yurimaguas, Peru; precipitação 2200 mm/ano; Ultisol, pH 4.2-4.6, P = 8 ppm (Olsen)					
<i>Inga edulis</i>	(1+f)	8888	11	3	09.6 1+f
<i>Gliricidia sepium</i> 14/8	(1+f)	5000	11	3	08.1 1+f
<i>Gliricidia sepium</i> 34/8	(1+f)	5000	11	3	01.8 1+f
Onne, S.E. Nigeria; precipitação 2400 mm/ano; Ultisol, pH 4.0, P = 50 ppm (Bray-1)					
<i>Acacia barberi</i>	(1+f)	2500	48	n.d.	13.8
<i>Alchornea cordifolia</i> (1+f)	2500	48	n.d.	14.9	
<i>Cassia siamea</i>	(1+f)	2500	48	n.d.	12.2
<i>Gmelina arborea</i> (1+f)	2500	48	n.d.	12.3	
Sumatra, precipitação 2575 mm/ano, Oxisol, pH 4.1, P = 4.8-6.8 mg/kg (Melich I)					
<i>Paraserianthes falcataria</i> (1+f)	19900	09	4	04.9	
			21	4	09.7
<i>Calliandra calothyrsus</i>	(1+f)	19900	09	4	06.8
	(1+f)		21	4	10.7
<i>Gliricidia sepium</i> (1+f)	10000	09	4	00.6	
	(1+f)		21	4	01.4
Costa Rica, precipitação 2640 mm/ano; Inceptisol, pH 4.3-4.8, P = 8-15 ppm (Olsen)					
<i>Gliricidia sepium</i> (1+f)	6666	24	2	09.6	
	(1+f)		60	2	15.2
<i>Erythrina poeppigiana</i>	(1+f)	555	24	2	07.4
	(1+f)		60	2	11.1
Western Samoa, rainfall 3000 mm/ano; mod. fertil Inceptisol, sem dados de solo					
<i>Calliandra calothyrsus</i>	(1+f)	5000	48	3	12.1
	(1+f)	3333	48	3	07.6
<i>Gliricidia sepium</i> (1+f)	5000	48	3	10.7	
	(1+f)	3333	48	3	06.5

^a 1 = lenha, f = folhas e brotação

TABELA 3: Contribuição de nutrientes da cinza resultante da queima de Florestas primária e secundária em diferentes regiões na Amazônia (citado por SMITH e CASSEL, 1994).

Localização e solo	Vegetação	Cinza Peso seco t ha ⁻¹	Adição de Nutrientes								
			N	Ca	Mg	K	P	Zn	Cu	Fe	Mn
Manaus, Brasil Xanthic Hapludox	Floresta primária	9.2	80	82	22	19	6	0.2	0.2	58	2.3
	Floresta secundária (12 anos)	4.8	41	76	26	83	8	0.3	0.1	22	1.3
	Pastagem abandonada (5 anos)	2.2	1	58	14	40	3	--	--	--	--
Yurimaguas, Peru Typic Paleudult	Floresta secundária (25 anos)	12.1	127	174	42	131	17	0.5	0.2	4	11.1
	Floresta secundária (17 anos)	4.0	67	75	16	38	6	0.5	0.3	8	7.3
	Floresta secundária (11 anos)	1.1	10	217	51	81	8	0.7	0.1	2.7	3.4

Fonte: SMYTH e BASTOS (1984), MCKERROW (1992), SEUBERT et al. (1977), SANCHEZ (1987) e SMYTH et al. (1991a).

TABELA 4: Produção de biomassa, Taxas de decomposição e reciclagem para 4 sistemas de cultivos perenes sombreados na Costa Rica.

Componentes	Sistemas de Produção Sombreado			
	<i>Erythr.</i> + café	<i>Cordia</i> +café	<i>Erythrina</i> + cacau	<i>Cordia</i> + cacau
Biomassa de raízes finas (Mg ha ⁻¹)	2.6	4.5	3.8	7.0
Biomassa aérea (Mg ha ⁻¹)	35.4	37.1	44.5	63.7
Decomposição (Mg ha ⁻¹)	20.0	5.7	22.9	11.4
Reciclagem (%)	56.4	15.3	51.4	17.9
N da biomassa aérea (kg ha ⁻¹)	522	286	357	400
N decomposto (kg ha ⁻¹)	461	114	447	169
N reciclado (%)	88.3	40.0	125.0	42.3
P da biomassa aérea (kg ha ⁻¹)	46.0	34.0	38.0	50.0
P decomposto (kg ha ⁻¹)	35.0	7.0	40.0	24.0
P reciclado (%)	76.1	21.5	105	48.0
K da biomassa aérea (kg ha ⁻¹)	338	229	428	346
K decomposto (kg ha ⁻¹)	260	54.0	177	73.0
K reciclado (%)	77.0	23.5	41.3	21.1

Fonte: NAIR et al. (1993), adaptado por FASSBENDER et al. (1991) e FASSBENDER (1993).