



AGROAMBIENTES DE TRANSIÇÃO

ENTRE O TRÓPICO ÚMIDO E O SEMI-ÁRIDO DO BRASIL

- atributos
- alterações
- uso na produção familiar

Coordenador
Prof. Emanuel Gomes de Moura

Faint, illegible markings at the top left of the page.

Faint, illegible markings in the upper middle section of the page.



Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão
e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq



AGROAMBIENTES DE TRANSIÇÃO

ENTRE O TRÓPICO ÚMIDO E O SEMI-ÁRIDO DO BRASIL

- atributos
- alterações
- uso na produção familiar

Coordenador
Prof. Emanuel Gomes de Moura

00007408

12-

A publicação deste livro foi viabilizada no âmbito do Projeto de Cooperação Técnica celebrado entre o Governo do Estado do Maranhão, através da Gerência de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural – GEAGRO, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA e a Agência Brasileira de Cooperação - ABC/MARE.

© dos autores

1ª edição:2004

Direitos reservados desta edição:

Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Capa: João Reis Salgado Costa Sobrinho

Diagramação, fotolitos e impressão:

Estação Produções Ltda ☎ 236-9177

Agroambientes de transição – Entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil. Atributos; alterações; uso na produção familiar. / organizado por Emanuel Gomes de Moura. – São Luís: UEMA, 2004.

312 p.

1. Agroambientes. 2. Trópicos. 3. Semi-árido. I. Moura, Emanuel Gomes de (org). II. Título.

CD: 504:633.321:324 (213)



BIBLIOTECA
NACIONAL VENEZUELA

RECIBIDO

PREFÁCIO

O baixo estoque de conhecimento é o maior obstáculo para o desenvolvimento. Ele aprofunda o fosso entre ricos e pobres. No Estado do Maranhão o conhecimento, além de raro, está sob domínio de poucos e não sistematizado, o que não permite que seja publicado e difundido.

Esta distorção amplia a pobreza e a desigualdade, tornando inócuas mesmo as políticas bem intencionadas e implementadas com recursos abundantes.

Neste contexto, é relevante o papel de técnicos e pesquisadores que, driblando todas as dificuldades na área de produção e difusão do conhecimento, concentram esforços e buscam parcerias para disseminar informações da maior importância para a compreensão das causas básicas da pobreza rural maranhense e ainda se aventuram em indicar caminhos técnicos seguros para a superação dos obstáculos e melhoria das condições de vida da população rural envolvida nas atividades de agricultura, extrativismo, pesca artesanal, criação de pequenos animais e outras, integrantes da chamada produção familiar rural.

A presente publicação, composta de oito trabalhos, passeia sobre o território maranhense a partir de seus agroambientes e vegetação; indica alternativas para a agricultura de corte e queima e recuperação de áreas degradadas; apresenta informações específicas sobre os solos da região da baixada, ecossistema frágil de grande potencial; estuda atividades complementares à agricultura, como a meliponicultura e, finalmente, aborda temas como o manejo de pragas e o potencial de aproveitamento de frutas nativas, como elemento complementar do fantástico arranjo produtivo – teia concebida e traçada pelos bravos e criativos produtores familiares do Maranhão, para continuar sobrevivendo mesmo em um cenário de políticas públicas que dificultam a construção de um novo padrão de desenvolvimento, pautado no for-

talecimento da democracia, na ampliação da cidadania e na busca da sustentabilidade.

O Estado do Maranhão, através do Projeto de Cooperação Técnica PCT – GEAGRO / IICA, sente-se honrado em poder contribuir para que o conhecimento dos ilustres pesquisadores possa ser colocado à disposição de todos e ajude a avançar a discussão sobre o desenvolvimento do nosso Estado.

Conceição Andrade

*Gerente de Estado da Agricultura, Pecuária
e Desenvolvimento Rural - GEAGRO*

APRESENTAÇÃO

Determine que algo pode e deve ser feito, e então você achará o caminho para fazê-lo.

Abraham Lincoln

A melhor maneira de prever o futuro é criá-lo. O futuro, que começou nos primórdios da década de 90 do século passado, chega, hoje, com este livro, após muitas outras vitórias, ao ápice de sua realização. Naquela época, muitos dos que aqui se fazem presentes como autores e outros que, hoje, já trilham novos caminhos, nós, que vislumbrávamos os destinos da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, não somente como o relevante lugar do ensino, mas também como o da produção do conhecimento, nos permitíamos sonhar com um programa de pós-graduação. Prevíamos um futuro novo a materializar-se em um Curso de Mestrado em Agroecologia. É certo que ainda circunscrito a um desejo expresso de uma nova Agronomia, impulsionado pelos visíveis sinais de exaustão do modelo de agricultura então vigente. É certo que também plenamente justificado pelo honroso cargo que pessoalmente exercia de Coordenador da Unidade de Estudos de Agronomia, representante deveras dos anseios dos ilustres professores daquele curso. Ainda bem que breve foi a nossa visão inicial da amplitude de abrangência do projeto, pois sob os auspícios da interdisciplinaridade, logo percebemos o alcance e a importância do projeto para muitas outras áreas do conhecimento. Interdisciplinaridade que por fim veio a constituir o pilar de sustentação do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da UEMA.

A agroecologia, ciência que enfoca o estudo da agricultura desde uma perspectiva ecológica, tem surgido como um novo marco do desenvolvimento agrícola. É mais sensível às complexidades do setor

do que o modelo convencional, por incluir entre os seus objetivos e critérios, além do aumento da produtividade agrícola, aspectos como a *sustentabilidade, segurança alimentar, estabilidade biológica e conservação de recursos*. A agroecologia, por considerar os aspectos ecológicos, tecnológicos e socioeconômicos, ao contrário do que aparenta, não é uma disciplina nova, mas um novo campo de estudos que busca combinar as contribuições de diversas disciplinas: Agronomia, Sociologia Rural, Ecologia e Antropologia. De muita importância tem sido também a contribuição da Geografia e da Antropologia, as quais têm ajudado a explicar a lógica das práticas agrícolas nas culturas tradicionais. Dessa forma, o termo agroecologia deixa de ser compreendido como uma disciplina científica que estuda os agroecossistemas, ou seja, as relações ecológicas que ocorrem em um sistema agrícola, para tornar-se mais uma prática agrícola propriamente dita, ou, ainda, um guarda-chuva conceitual que permite abrigar várias tendências alternativas.

Assim, a agroecologia considera, além das matérias-primas utilizadas no processo produtivo, a natureza renovável ou não delas, bem como a disponibilidade para garantir a reprodução sucessiva de um determinado produto. Proporciona, além disso, um sistema adequado para analisar e compreender os múltiplos fatores que influenciam as pequenas propriedades, ao tempo em que permite metodologias que possibilitam o desenvolvimento de técnicas adaptadas à realidade dos respectivos proprietários. As tecnologias e os projetos propostos pela agroecologia requerem alto nível de participação popular e são culturalmente compatíveis, porque não questionam a lógica dos pequenos produtores rurais. Essas tecnologias são elaboradas com base no conhecimento tradicional, sem prescindir do conhecimento científico moderno. As técnicas são ecologicamente sadias, uma vez que não pretendem transformar o ecossistema camponês, senão apenas identificar aqueles elementos de manejo que, uma vez incorporados, elevem ao máximo a eficiência da unidade produtiva. Os enfoques agroecológicos são economicamente viáveis porque minimizam os custos de produção ao aumentar a eficiência dos recursos locais disponíveis. O objetivo maior a ser alcançado, portanto, é a garantia de que os agrossistemas sejam produtivos e sustentáveis ao longo do tempo.

A aplicação do enfoque agroecológico caracteriza-se pelos seguintes momentos: 1) formação de equipes multidisciplinares, com a

finalidade de garantir a abordagem dos problemas da produção agrícola desde vários pontos de vista, incluindo os aspectos sociais e culturais; 2) análise global (holística) do sistema agrícola, isto é, analisa-se o sistema no seu conjunto, com o objetivo de entender a sua estrutura, as relações funcionais, o impacto das práticas de manejo sobre os diferentes componentes e 3) execução de experiências *in loco*, de longo prazo, isto é, nas condições dos agricultores. A pesquisa *in loco* apresenta as seguintes vantagens: 1) permite identificar e aproveitar os conhecimentos adquiridos pelos agricultores ao longo do tempo; 2) possibilita testar diferentes práticas de manejo numa diversidade de condições ambientais e socioeconômicas; 3) evita a seleção de tecnologias que se comportam bem sob condições ambientais controladas, mas que apresentam baixo desempenho nas condições reais e 4) evita rejeitar tecnologias que se comportam bem nas condições do agricultor, mas que apresentam baixo desempenho nas condições controladas das estações experimentais. Assim, depreende-se que toda tecnologia gerada sob os critérios agroecológicos deve ser acessível a todos os agricultores, economicamente viável, adaptável às condições locais e, social e culturalmente, aceitável pela comunidade.

Pelo acima exposto, deduz-se a importância da presente obra e o que ela representa tanto em termos do desenvolvimento da agroecologia como em termos de sonhos, ideais e realizações de profissionais abnegados, pelo que parabeno o organizador e os autores não apenas pelos trabalhos aqui publicados frutos de suas pesquisas, mas principalmente pelo desejo e empenho em ter desejado e ter conseguido crescer, aceitando e enfrentando os desafios de uma nova área. Que esse esforço, e os trabalhos nos quais esse esforço aqui se traduz, possam inspirar outros profissionais da área a também fazê-lo .

Da nossa parte, somos conscientes de que tudo se fez graças a muito empenho, a compromissos assumidos e cumpridos sem esmoecimento; a planejamentos, cujos objetivos e metas foram perseguidos com tenacidade; à repetição, quotidiana e cansativa ou espaçadamente periódica, de atividades que desenhasses, com traços cada vez mais nítidos, o perfil desejado para o nosso programa, que confirmasse nossa identidade e nossa diferença como universidade pública do Estado do Maranhão. Nesse sentido, o Curso de Mestrado em Agroecologia assinala e tem um valor histórico: marca o crescimento quali-quantitativo da UEMA e, igualmente, confirma que desde

seus primórdios esse programa vem-se fazendo valer e tornado visível a face academicamente original da Universidade.

Hoje, continuamos a sonhar e temos perspectivas claras para nos desenvolvermos e ganharmos as pelejas e os duros desafios que se levantam a nossa frente.

É graça divina começar bem. Graça maior persistir na caminhada certa. Mas a graça das graças é não desistir nunca.

Dom Hélder Câmara

Prof. José Augusto Silva Oliveira

São Luís, março de 2004

NOTA DOS AUTORES

O presente livro é a representação simbólica dos ideais, e da vontade dos professores do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão. Uma manifestação de fé, na geração do saber científico aplicado ao local, como condição ímpar para o ensino de qualidade, capaz de contribuir para o desenvolvimento humano.

Reconhecem, assim, os autores, que o conhecimento não pode ser utilizado apenas para atender as exigências curriculares acadêmicas, porquanto a falta de tecnologias apropriadas reflete a maioria das mazelas visíveis no meio rural. Especificamente, compreendem que grande parte das práticas aplicadas em outras regiões, por serem inadequadas às peculiaridades locais, tornam-se inócuas como respostas ao atendimento das necessidades do Maranhão.

Justificam, portanto, este livro, como o primeiro de uma série, em que os resultados de estudos, pesquisas e experiências de campo empreendidos ao longo do tempo são condensados e apresentados de forma simples e compreensível, sem as formalidades de um texto científico, para servir a agricultores, técnicos, estudantes e professores, enfim, a todos que se dedicam a entender e utilizar os recursos naturais do trópico úmido em benefício das famílias rurais, sem ferir os princípios da sustentabilidade ambiental e econômica.

Ao revelarem, neste livro, o produto de vários anos de empreendimento na construção do conhecimento, os autores desejam referenciar que, no início de tudo, esteve o discernimento, a coragem e a visão de futuro do idealizador e realizador do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Prof. José Augusto Silva Oliveira, que enfrentou o ceticismo de muitos durante tanto tempo, acreditando sempre que sem a competência e a inteligência não se pode construir uma grande Universidade.

Reconhecem, também, que sem a confiança recebida dos financiadores, CNPq, BNB-ETENE, BASA e IICA, não seria possível a realização das pesquisas e a publicação deste livro.

SUMÁRIO

Apresentação	7
Nota dos Autores	11
AGROAMBIENTES DE TRANSIÇÃO AVALIADOS NUMA PERSPECTIVA DA AGRICULTURA FAMILIAR	
Emanoel Gomes de Moura	15
A VEGETAÇÃO DA REGIÃO DE TRANSIÇÃO ENTRE A AMAZÔNIA E O NORDESTE, DIVERSIDADE E ESTRUTURA	
Francisca Helena Muniz	53
O CULTIVO EM ALÉIAS COMO ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS NA AGRICULTURA FAMILIAR DO TRÓPICO ÚMIDO	
Altamiro Souza de Lima Ferraz Junior	71
LEGUMINOSAS ARBÓREAS COMO AGENTES DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	
Jorge Luiz de Oliveira Fortes	
Fabiano Carvalho Balieiro	
Avílio Antonio Franco	101
ATRIBUTOS E ESPECIFICIDADES DE SOLOS DE BAIXADA NO TRÓPICO ÚMIDO	
Alessandro Costa da Silva	
Emanoel Gomes de Moura	133

MELIPONICULTURA: UMA ATIVIDADE ESSENCIAL PARA A ECONOMIA FAMILIAR DO TRÓPICO ÚMIDO

José Mauricio Dias Bezerra 161

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Raimunda Nonata Santos de Lemos

Aldenise Alves Moreira

Maria Aparecida Castellani Boaretto

Wilson Badiali Crocomo 223

FRUTEIRAS NATIVAS - OCORRÊNCIA E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR DO MARANHÃO

José Ribamar Gusmão Araújo

Moisés Rodrigues Martins 257

AGROAMBIENTES DE TRANSIÇÃO AVALIADOS NUMA PERSPECTIVA DA AGRICULTURA FAMILIAR

Emanoel Gomes de Moura¹

Introdução	15
Aluviões Flúvio-Marinhos	19
Formação Itapecuru	24
Formação Codó	33
Formação Grajaú	37
Formação Mosquito	41
Formação Sardinha	43
Formações Pedra de Fogo e Motuca	45
Áreas de Baixa Aptidão Agrícola	47
Agradecimentos	49
Referências Bibliográficas	50

Introdução

Na agricultura familiar os sistemas agrícolas são diversificados e complexos porque quase sempre incluem cultivos anuais, perenes e criação de animais. Infelizmente por motivos diversos, muitos desses sistemas estão localizados em ambientes ecologicamente vulneráveis. No Maranhão, por exemplo, o Programa de Reforma Agrária, apesar de ter aumentado enormemente o número de agricultores proprietários, não levou em conta a aptidão dos solos para distribuição aos futuros assentados e grande parte deles é hoje dona de áreas com enormes problemas de uso. Além disso, é da própria natureza da Produção Familiar que os agricultores realizem sua vinculação com a terra considerando mais os critérios afetivos, do que os indicadores objeti-

¹ Professor do Programa de Pós-graduação em Agroecologia da UEMA. E-mail: egmoura@cca.uema.br

vos de qualidade. Por tudo isso, uma avaliação criteriosa e um manejo adequado dos solos e dos outros recursos naturais é vital para a sustentabilidade destes sistemas e devem incorporar uma abordagem que enfatize a heterogeneidade das diversas condições em que vivem os agricultores familiares. Entre a Amazônia e o Nordeste e especificamente no Maranhão, mais do que em qualquer outra parte, a escolha dos sistemas e das práticas agrícolas deve obrigatoriamente considerar as especificidades do ambiente local, porque o Estado detém características regionais peculiares, como:

- i) A grande variabilidade espacial da pluviosidade média da região, resultante da posição geográfica do Estado entre o Nordeste e a Amazônia;
- ii) As características dos solos que, em grande parte, derivam de rochas sedimentares e por isso, apresentam estrutura frágil, baixa capacidade de retenção de cátions e teores de outros nutrientes também baixos;
- iii) O rigor da insolação equatorial que acelera a decomposição e queima da matéria orgânica do solo, que, no trópico, é muito importante para neutralizar a acidez tóxica e manter a estrutura do solo por onde deve fluir o excesso de água.

Todos estes fatores se interagem para produzir realidades totalmente peculiares e que não encontram correspondência em outras regiões do país. De tal sorte que o recomendável para os Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos de Fortuna com uma precipitação de aproximadamente 1000mm anuais, definitivamente não se aplica aos Argissolos de má drenagem interna de Miranda do Norte, sob uma precipitação superior a 2000mm. Vale lembrar que separa essa enorme diferença uma distância de apenas 290km. Outro resultado da atuação integrada destes fatores é a alta susceptibilidade à degradação que apresenta o ambiente da região, como demonstram as centenas de milhares de ha de pastagens degradadas existentes no Maranhão e as enormes áreas de capoeira com predominância absoluta da espécie *Orbignya spp.* (Ver maiores detalhes sobre este tema, no artigo da Dr^a Francisca Helena no capítulo seguinte deste livro).

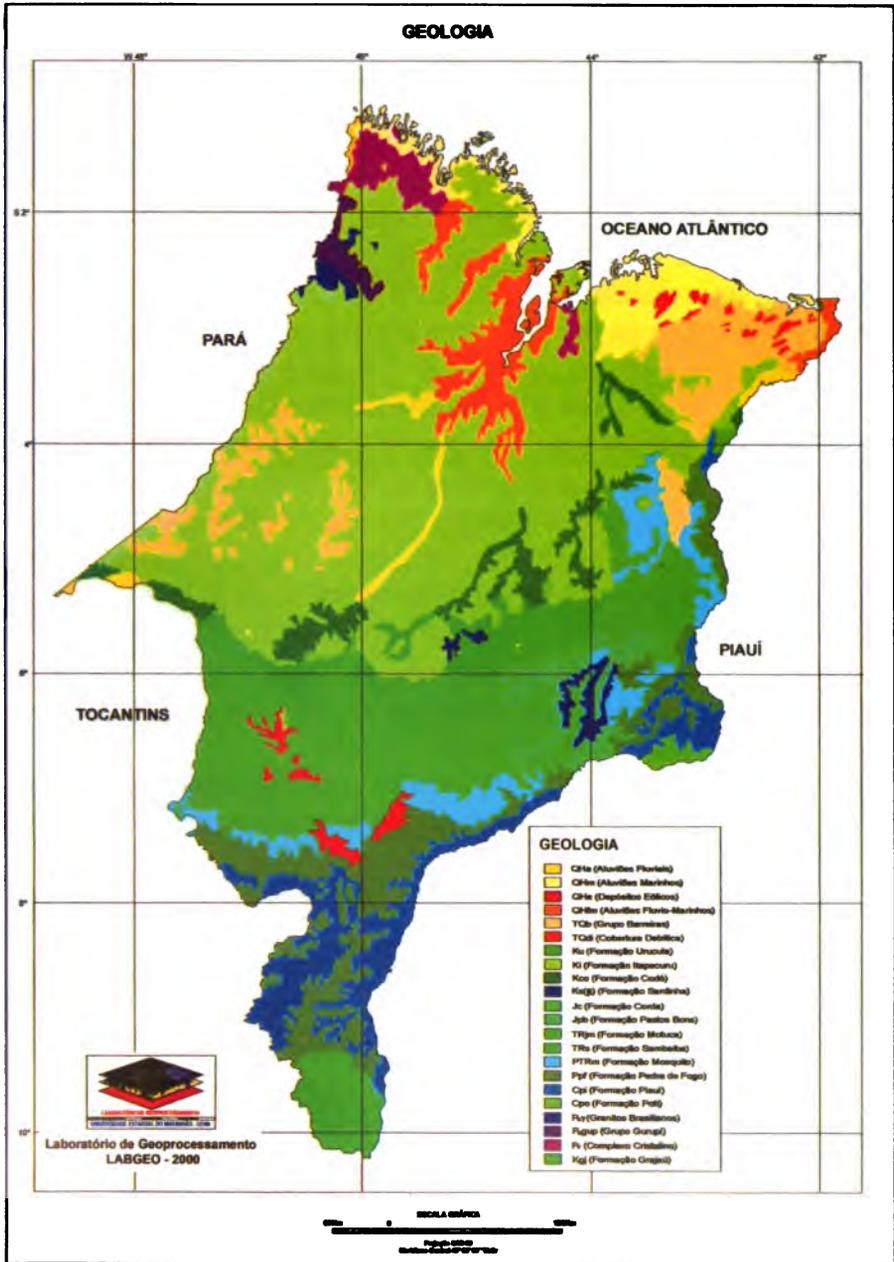
Todos estes fenômenos, somados à baixa qualidade das informações disponíveis, na região, conduzem sempre os profissionais da Agroecologia a um grande desafio para a escolha do estratificador

ambiental para a região, que melhor descreva seus agroambientes. O estratificador mais adequado será aquele que ao mesmo tempo permita o melhor detalhamento local com a maior abrangência possível. Neste trabalho, levando em conta os resultados de pesquisas conduzidas pelo grupo de solos do curso de Mestrado em Agroecologia e as experiências colhidas em trabalhos de consultoria realizados pelo autor, optou-se por considerar o levantamento geológico conduzido pela Petrobrás, para o Estado do Maranhão, como base para estratificação dos vários ambientes da área de transição. Evidentemente não se pretende que este texto se constitua em abordagem definitiva a respeito do tema, mas se espera que ele propicie o início de uma nova etapa de discussão que conduza à superação dos imensos desafios com os quais defronta a Agricultura Familiar da região.

A unidade fundamental da classificação da litosfera é a Formação Geológica que pode ser definida como um ou mais conjuntos de rochas que guardam estreita relação no tempo e no espaço. A rigor, a Formação Geológica é o material com o qual o clima e o relevo combinam com os organismos para dar origem aos solos de uma dada região. Uma vez que os dados de clima e relevo são de fácil apreensão pode-se, então perceber a importância de se conhecer a Formação Geológica para prever se a qualidade do solo lhe permite exercer suas principais funções no ambiente, ou seja:

- dar suporte ao crescimento sustentável das plantas e animais;
- regular a divisão do fluxo da água da chuva (em infiltração, escoamento ou evaporação);
- atuar como filtro ambiental mantendo a qualidade da água e do ar;
- fornecer ambiente adequado para os organismos decompositores;

Na figura 1 estão explicitadas as principais Formações Geológicas do Maranhão, que serão objeto das discussões nos capítulos seguintes.



Fonte: IBGE (1984).

Figura 1. Mapa das Formações Geológicas do Maranhão

Aluviões Flúvio-Marinhos

Situados no Centro-Norte do Estado são constatados ao longo dos principais cursos d'água na região que, partindo de Bacabal, segue em direção norte sendo limitada aproximadamente pelas sedes dos municípios de Arari-Monção, Anajatuba-Matinha, Bacabeira-Olinda Nova, São Luís-Peri-Mirim. Outras duas áreas são constatadas ao longo das margens dos rios Pericumã e Turiaçu, como se verifica na figura 2.

Aluviões

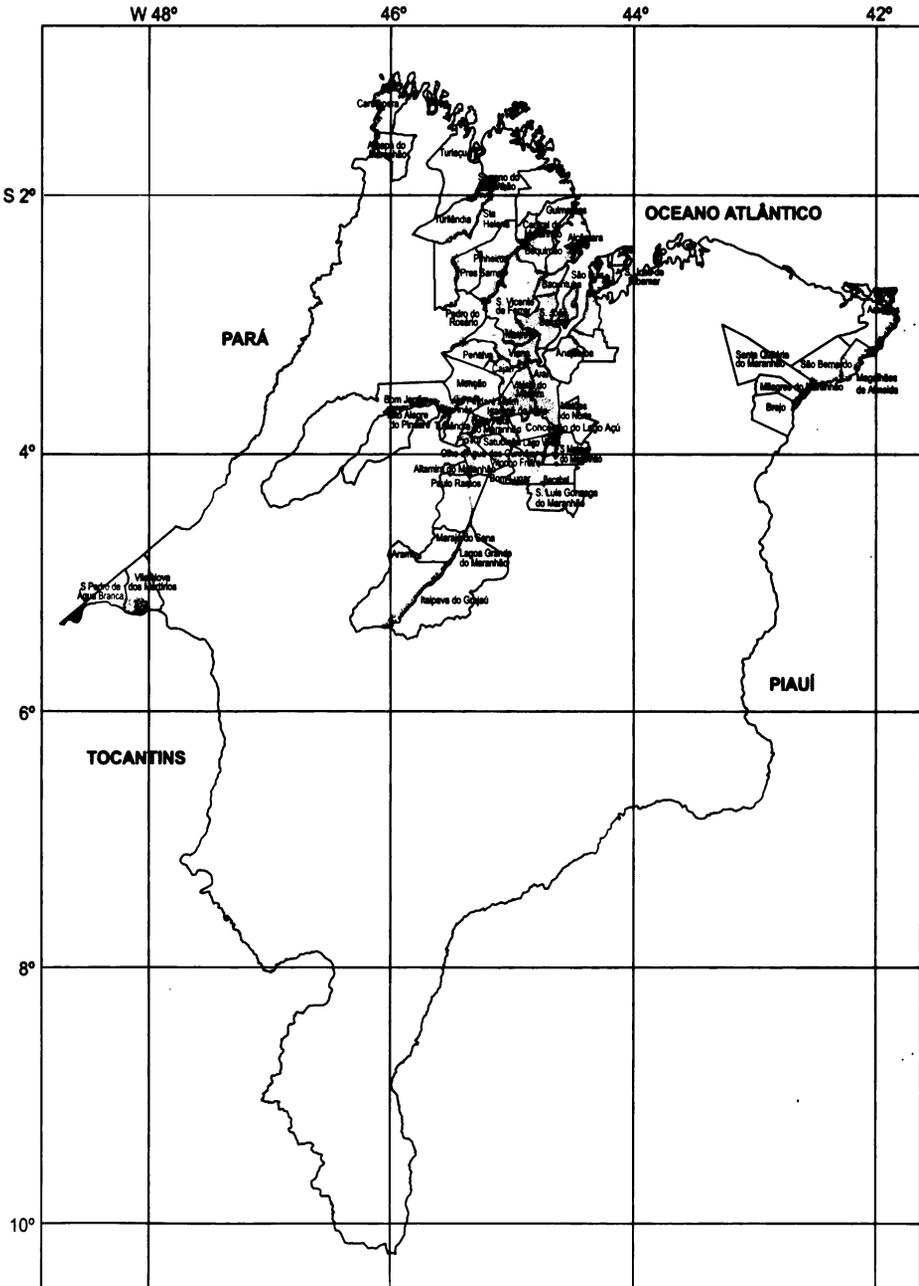


Figura 2. Distribuição geográfica dos Aluviões Fluvio-Marinhas.

Os aluviões devem sua origem à ruptura e alargamento dos vales da antiga rede hidrográfica da região após regressões marinhas ocorridas no quaternário antigo. Quando veio e se firmou a transgressão marinha que se seguiu à última regressão, o mar penetrou profundamente nestes vales formando depósitos essencialmente de areia fina e silte, freqüentemente finamente acamados. Após o máximo da transgressão e durante a retirada do mar, formou-se, por decantação, os sedimentos argilosos quase planos e até ligeiramente côncavos, principalmente nas partes mais baixas, (Browsers, 1977). Então, numa primeira divisão desta área dos aluviões deve-se referir a esses dois grupos que embora muito heterogêneos, permitem dizer que os depósitos areno-siltosos tendem a formar Cambissolos ou são Neossolos, enquanto as deposições de argila formam Vertissolos ou Gleissolos, segundo levantamento realizado em 30.000ha na região de Arari, (Moura 1992). Para os agricultores da região os depósitos de argila são denominados de “teso” em razão de seu comportamento expansivo, escorregadio e pegajoso, típico de materiais ricos em argilas do tipo 2:1. Nestas áreas do “teso” são freqüentes as presenças de espaços com altos teores de sais, os quais geralmente podem ser identificados pela ocorrência, em alta densidade, de um arbusto da família das malváceas, regionalmente denominado de algodão bravo. Deve ser ressaltado que no levantamento acima referido mais da metade da área foi classificada como complexos ou associações devido a enorme variabilidade espacial dos atributos diagnósticos dos solos dos aluviões.

Nesta região o ciclo das chuvas tem influência marcante sobre os indicadores químicos da qualidade do solo, com reflexos profundos em todos os agrossistemas ali existentes. A complexidade, resultante dos ciclos de seca e chuvas que se repetem nestas áreas modifica a disponibilidade de nutrientes e aumenta a acidez do solo, como tratado com maiores detalhes no capítulo sobre solos de baixada, neste livro.

Do ponto de vista dos indicadores físicos a combinação de silte e areia muito fina presentes nas áreas menos argilosas, eleva a capacidade de armazenamento de água disponível dos solos para valores de até 50%, o que significa 200mm de água disponível na camada de 40cm. Para uma evapotranspiração média de 8mm/dia esse volume de água daria para 25 dias de consumo até o limite do murchamento permanente (Moura 1992). Isto explica o fato de que as culturas da

melancia e do feijão caupi semeadas no final do período chuvoso, nestes solos, pode ser produtiva recebendo pouquíssimas chuvas durante seu ciclo.

A ausência de um conjunto de práticas que assegure o crescimento e a manutenção da qualidade dos solos cultivados é um dos principais entraves ao desenvolvimento da agricultura nos aluviões, porque as experiências tentadas, quase sempre exitosas no início, não se sustentam principalmente devido à queda da produtividade causada pela diminuição da fertilidade do solo e infestação de ervas daninhas, o que tem impedido a região de concretizar a esperança e a possibilidade de se tornar uma grande produtora de alimentos para toda a população da baixada maranhense.

Trabalho de Aguiar et al. (2003) mostrou que o mais importante indicador de fertilidade destes solos é o seu teor de matéria orgânica, porque de todos os indicadores químicos foi o mais positivamente correlacionado com o crescimento da cultura do milho cuja sensibilidade é normalmente aproveitada para estas avaliações. Devido aos altos teores de Al e H⁺ tóxicos a presença de níveis satisfatórios de matéria orgânica, nestes solos é fundamental para que aqueles elementos sejam neutralizados por um fenômeno químico denominado complexação. Como agravante, a neutralização da sua acidez via calagem exige enormes quantidades de calcário, como se verifica na figura 3. Para efeito de comparação, pode-se verificar que para elevar os valores de pH para 6,0 são necessárias, em média, 2t/ha de calcário na Ilha de São Luís, e 9t/ha em Arari (PRNT 100%).

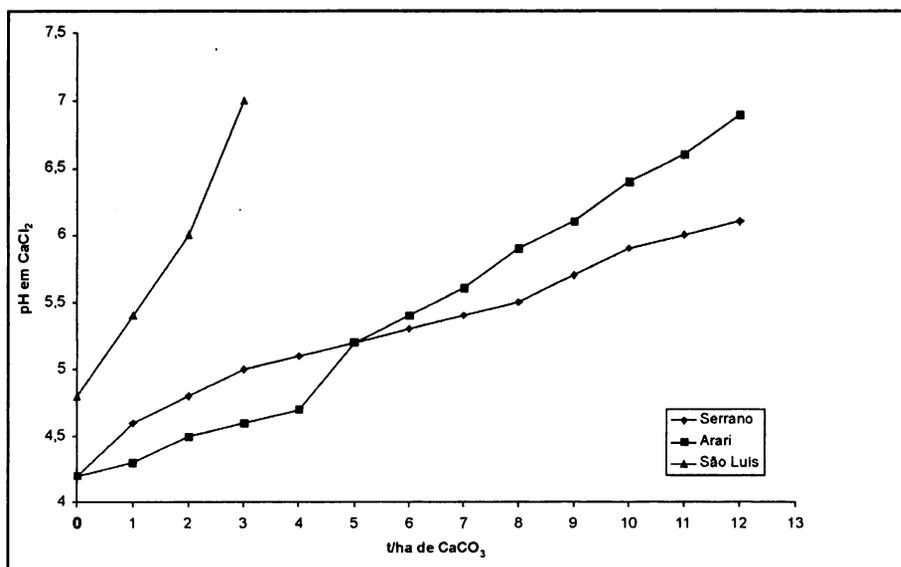


Figura 3. Comparação de respostas à aplicação de calcário de dois solos dos aluviões (Serrano e Arari) com um solo da Formação Itapecuru (São Luís), com 80%, 62% e 8% de argila, respectivamente. Adaptado de Gomes (1999), Sousa (1996).

Do ponto de vista de uma Agricultura familiar de baixa utilização de insumos, pode não ser desejável esta alternativa da calagem e o manejo adequado da matéria orgânica surge como outra opção possível. Dentro desta perspectiva, algumas providências são absolutamente necessárias para o desenvolvimento e a sustentabilidade da agricultura nestes solos:

- i. Evitar as operações de preparo do solo que aceleram as perdas da matéria orgânica por exposição aos rigores da insolação equatorial e utilizar o plantio direto na palha visando o acúmulo e decomposição das restebas na superfície do terreno;
- ii. Evitar o cultivo sucessivo do arroz e adotar outras combinações de sucessão/rotação que inclua, de preferência espécies não gramíneas, o que inclusive pode diminuir a infestação por ervas daninhas resistentes aos herbicidas utilizados para o arroz;
- iii. Nas áreas com menores teores de argila, passíveis de correção com menor quantidade de calcário, utilizar calcário calcítico

(geralmente nestes solos os teores de Magnésio são muito altos como se vê na tabela 1) para neutralizar a acidez potencial representada nas análises pela soma (Al + H⁺).

- iv. Nas áreas com altos teores de sais, se for usada irrigação, o dimensionamento dos projetos deve prever a drenagem do excesso de água que precisa ser aplicado para a “lavagem” do perfil e para evitar o acúmulo de sais na superfície.

Evidentemente a adoção segura destas e de outras práticas que poderão garantir o desenvolvimento e sustentabilidade de uma Agricultura Familiar nas áreas dos aluviões não pode prescindir de um suporte tecnológico que só poderá ser oferecido por uma estrutura pública de pesquisa capacitada para estudar especificamente os intrincados problemas daquelas únicas “várzeas que secam” existentes no país. O enorme desafio que significa esta tarefa deriva também do fato de que, apesar do enorme potencial produtivo de suas terras, esta região ostenta um dos menores índices de desenvolvimento humano do Brasil.

Formação Itapecuru

Esta Formação é do Cretácio Superior e ocupa quase 50% do Estado do Maranhão, onde é a mais importante do ponto de vista social e econômico, por causa de sua extensão e alta densidade demográfica. Abrange as regiões Centro-Norte e Centro-Oeste do Estado, com início aproximado em Grajaú, limitada a oeste pelo rio Tocantins e a leste aproximadamente pelas sedes dos municípios de Barra do Corda, Codó, Chapadinha, Urbano Santos e Morros, como confirma a figura 3.

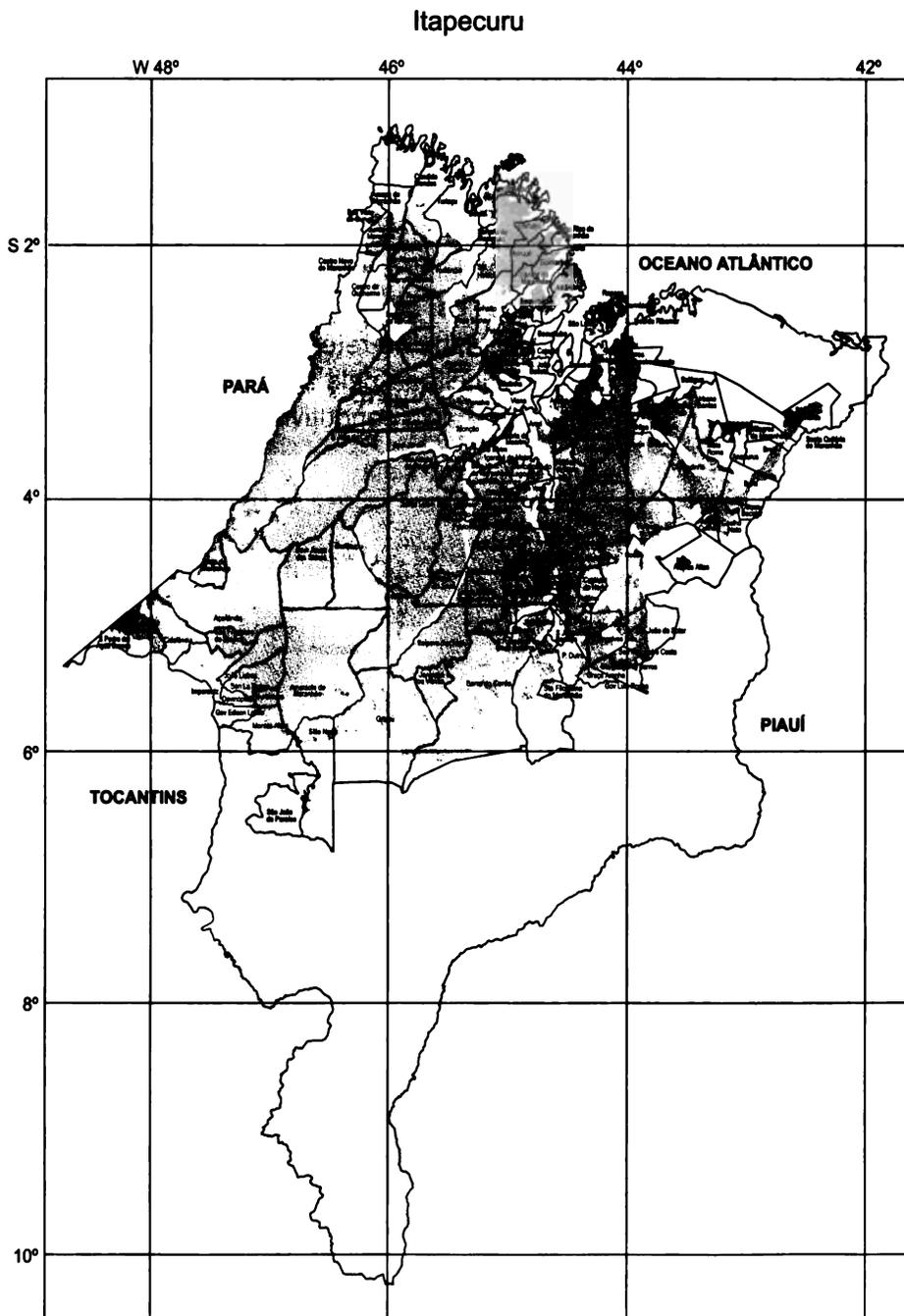


Figura 3. Distribuição geográfica da Formação Itapecuru.

Constitui-se primordialmente de arenitos finos argilosos ou muito argilosos ricos em argila do grupo das caulinitas, às vezes intercalados por folhelhos. Apresenta uma morfologia típica representada por colinas de topos arredondados, com baixas altitudes, ao redor de 30 a 60 metros, freqüentemente recobertos por cangas ferruginosas de dimensões variadas.

Dadas as condições de alta umidade e temperatura médias também altas na região, estes sedimentos apresentam alto estado de intemperização por meio da qual foram formados predominantemente Argissolos, Plintossolos e Latossolos, constituídos principalmente de areia fina e silte com baixa capacidade de retenção de cátions, estrutura frágil e drenagem interna dificultada pela presença quase constante de camadas subjacentes de baixa condutividade hidráulica.

Quadro 1. Características pedológicas do perfil de um Argissolo da Formação Itapecuru.

Características Morfológicas												
Horizonte	Profundidade		Cor					Textura				
	— cm —											
A1	0-20		Bruno-acizentada muito escura					Areno-franca				
A2	20-33		Bruna					Franco-arenosa				
AB	33-51		Bruno-amarelada					Franco-arenosa				
BA	51-77		Bruno-amarelada					Franco-arenosa				
BT	77-111		Bruno-amarelada					Franco-argilo-siltosa				
BC	132+		Bruno-amarelada					Franco-argilo-siltosa				

Características Físicas						
Horizonte	Granulometria				Densidade	
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		
	%				— kg.m ⁻³ —	
A1	26	56	8	10	1740	
A2	24	54	12	10	1691	
AB	21	51	15	13	1782	
BA	19	50	21	13	1680	
BT	19	47	13	21	1571	
BC	19	44	9	28	1754	

Características Químicas												
Horizonte	Ca	Mg	K	S	Al	H+Al	T	P	pH	C	V	M
	mmolc.dm ⁻³				g.dm ⁻³				%			
A1	2	3	1,2	13,2	3	33	49,2	7	4,3	1,2	27	18,5
A2	3	2	0,5	5,5	4	36	45,5	3	4,1	0,3	12	42,1
AB	4	5	0,5	9,5	7	41	57,5	1	4,0	0,3	16	42,4
BA	3	2	0,4	5,4	7	41	53,4	-	4,1	0,3	10	61,4
BT	4	4	0,5	8,5	5	24	37,5	1	4,2	0,2	23	37,0
BC	4	5	0,5	9,5	4	24	37,5	1	4,2	0,1	25	27,5

Estas características (algumas mostradas na Quadro 1) quando combinadas com um índice pluviométrico de mais de 2000mm durante a estação de crescimento das culturas (que ocorre em quase toda a área da Formação) aumentam a importância dos indicadores físicos da qualidade do solo, como a capacidade de aeração e a compacidade, colocando-os no mesmo nível de importância de indicadores químicos, como a acidez e os teores de nutrientes. Sobre o efeito do clima,

seria interessante ressaltar que para quase toda a área desta Formação, culturas que não suportam o alagamento terão apenas os primeiros 30 dias do período chuvoso para serem semeados sobre o risco de seu florescimento coincidir com o máximo de chuva e haver o comprometimento da produtividade por causa do déficit de oxigênio no solo causado pelo alagamento.

Os agricultores que sobrevivem na região contornam em parte as dificuldades de aeração e as deficiências de nutrientes dos solos por meio:

- i. De uma agricultura itinerante que não inclui a preocupação com a sustentabilidade no uso da terra, na expectativa de que haverá sempre uma área “nova” e “descansada” a ser ocupada;
- ii. Do plantio direto que mantém intacta a estrutura do solo sem quebra da continuidade dos poros, favorecendo a drenagem interna e diminuindo os períodos de alagamento e portanto, de deficiência de oxigênio nas raízes;
- iii. Do uso da cinza derivada da queima da vegetação natural, como corretivo da acidez e fonte de nutrientes. Quanto mais fogo, mais cinza, quanto mais cinza, melhor o “ligume”. Deriva daí a expressão: “Fulano é mais ruim que ligume de acêro”.

O aumento da densidade demográfica e do número de agricultores proprietários oriundos dos programas de reforma agrária, nesta região, defrontam os interessados em seu desenvolvimento com o maior e mais urgente desafio da agricultura do Maranhão que é a substituição do sistema de corte e queima por um modelo de uso do solo que leve em conta os princípios ambientais, econômicos e sociais que conduzem à sustentabilidade. Sem a superação desse desafio não se poderá falar em melhoria dos índices de desenvolvimento humano desta imensa região onde grande parte de sua população rural e urbana está econômica, social e culturalmente ligada à agricultura.

Infelizmente as tentativas de introdução dos modelos convencionais de uso do solo, com culturas anuais, nesta área, representadas pelos denominados “campos agrícolas” não se mostraram sustentáveis nem por um período de três anos e são hoje em grande parte considerados áreas degradadas. Do ponto de vista ambiental as principais razões da insustentabilidade destes campos agrícolas são as seguintes:

- i. O revolvimento do solo por meio de gradagens sucessivas quebra a frágil estrutura da camada revolvida que a partir daí inicia um rápido processo de recompactação facilitado pelos seus elevados teores de areia fina e silte e pelo enorme impacto das torrenciais chuvas que se iniciam logo após o preparo do solo;
- ii. A exposição do solo aos rigores da insolação equatorial acelera os processos de queima da já pouca matéria orgânica existente, o que elimina a possibilidade de reestruturação e aumenta o efeito prejudicial da acidez;
- iii. A presença de uma camada de baixa permeabilidade nos horizontes inferiores diminui o fluxo vertical da água, não dando vazão ao grande volume de chuva dos meses de maior precipitação, o que termina por saturar completamente as camadas superiores;
- iv. O processo de preparo quebra a continuidade dos poros e canais existentes no solo, por onde o excesso de água flui livremente em condições naturais o que acaba por aumentar a possibilidade de alagamento da camada preparada. Esta é razão dos agricultores afirmarem que a mandioca quando plantada em solo “cortado” não “sigura”.

No extremo nordeste desta Formação, já na área de transição com a Formação Barreiras um grupo de agricultores, principalmente do sul do Brasil, tenta consolidar um pólo de produção de grãos enfrentando enormes dificuldades, mesmo com a adoção de tecnologias clássicas como correção do solo e plantio direto.

Em trabalho, realizado nestas condições, Moura et al. (1995) concluíram que os indicadores físicos da fertilidade são mais limitantes que os químicos para o crescimento das culturas susceptíveis ao déficit de oxigênio nas raízes durante a estação das chuvas. Por esse motivo a cobertura morta é mais eficiente que a calagem na promoção da produtividade do milho quando cultivado no período chuvoso (Quadro 3).

Quadro 3. Efeitos da calagem e da cobertura morta, sobre os parâmetros de produção do milho em solos da Formação Itapecuru (adaptado de Moura 1995).

PARÂMETROS DE PRODUÇÃO	TRATAMENTOS						CV %
	10Cc	5Cc	Sc	10C	5C	S	
Nº de espigas/parcela	20,2a	20,7a	19,5a	19,5a	20,0a	18,5a	10,6
Peso médio de espigas, g	134,0a	106,5b	89,9c	112,3b	99,6b	79,5c	11,6
Nº de plantas estéreis/ parcela	1,7b	1,2b	2,5b	3,0a	2,3b	4,3a	74,9
Peso de 100 grãos, g	26,2a	25,5ab	21,6b	24,9ab	26,3a	20,7b	14,3
Produção Biológica, kg/ha	8.854a	7.203b	6.121b	7.070b	6.401b	4.674c	13,7
Índice de Colheita, %	47,8a	48,7a	46,6a	49,5a	46,9a	47,8a	8,8
Produtividade Econômica, kg/ha	4.281a	3.510b	2.837c	3.501b	2.982bc	2.238c	13,6

* Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

* 5C e 10C t/ha de cobertura e c calagem

Segundo Moura et al. (1995) este resultado se deve ao efeito da cobertura morta sobre a capacidade de aeração do solo coberto. Para aumentar a macro porosidade da camada arável no sistema convencional os agricultores utilizam o preparo do solo, mas a estabilidade desta nova condição só será mantida se for evitada a deterioração da nova estrutura porosa, provocada pela recompactação, que será tão mais intensa quanto maior for o volume anual de chuva e mais frágil for a estrutura do solo, de acordo com Busscher et al. (2002). Fazendo uma comparação entre o preparo do solo e a cobertura morta, Albuquerque (1999) concluiu que nas condições da Formação Itapecuru a cobertura pode substituir o preparo aumentando a capacidade de aeração por meio da atividade da macro fauna protegida da insolação e das variações da temperatura. Nas áreas preparadas, quando descobertas a recompactação devolveu ao solo praticamente a mesma porosidade total do solo não preparado e descoberto com se verifica na Quadro 4

Quadro 4. Indicadores físicos; porosidade total (ϕt), capacidade de aeração (Car) e capacidade de água disponível (Cad) em solo com preparo (Cp) e sem preparo (Sp) sob três níveis de cobertura morta. Adaptado de Albuquerque (1999).

Cobertura kg.ha ⁻¹	Tratamentos / Indicadores físicos					
	ϕt Cp	ϕt Sp	Car Cp	Car Sp	Cad Cp	Cad Sp
	m ³ .m ⁻³					
8900	0,49 Aa*	0,45 Bb	0,14 Aab	0,09 Bb	0,17 Aa	0,10 Aa
13400	0,49 Aa	0,48 Aa	0,16 Aa	0,14 Aa	0,13 Aa	0,15 Aa
Não coberto	0,44 Ab	0,43 Ab	0,11 Ab	0,11 Aab	0,13 Aa	0,10 Aa

* Médias seguidas das mesmas letras (dentro de cada indicador físico), maiúsculas na linha e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Do ponto de vista dos indicadores químicos a sustentabilidade do uso destes solos pode ser comprometida por sua baixa capacidade de retenção de cátions e por isso a aplicação de calcário e potássio deve ser considerada em sistema de manejo que pretenda ser sustentável. No entanto, em razão de seu baixo poder de tamponamento, como já visto na figura 3 a adição de calcário nestes solos deve ser recomendada com parcimônia, levando em conta a possibilidade da elevação do pH para níveis nos quais a diminuição drástica da disponibilidade de micronutrientes metálicos, possa prejudicar culturas muito exigentes em zinco, como é o caso do milho e do arroz. Trabalho realizado por Moura et al. (2002) mostrou que a adição de uma tonelada de calcário por ano durante quatro anos foi benéfica para a cultura do milho, apenas nos três primeiros anos. A partir do quarto ano a elevação da saturação por base para valores muito altos, recomendados para a maioria dos outros solos, induziu a deficiência de zinco nas plantas, o que resultou na queda da produtividade.

Quadro 4. Efeito da adubação potássica (K) e calagem (C) , sobre os parâmetros de produção do milho. Adaptado de Moura et al. (2002).

Trat.	Produção											
	Espigas, Mg ha ⁻¹				Peso de grãos, Mg ha ⁻¹				Peso de 100 grãos, g			
					Anos							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
S**	6,2 a*	6,6 b	4,7 a	3,3 a	5,4 a	3,2 b	2,9 a	2,7 ab	31,1 a	13,5 c	26,9 a	23,1 a
K	5,9 a	6,8 b	5,0 a	3,9 a	5,1 a	3,5 b	4,2 a	3,2 a	30,7 a	14,8 b	27,0 a	26,0 a
C	5,7 a	6,9 b	3,9b	2,8 b	4,9 a	3,5 b	3,1b	2,3 b	30,3 a	16,9 ab	26,8 a	25,1 a
KC	6,3 a	8,1 a	5,1 a	3,7 a	5,5 a	4,3 a	4,2 a	3,0 ab	30,6 a	18,6 a	27,0 a	26,4 a
CV%	20	6,6	8,7	16,4	20	7,2	8,4	16,4	7	7,1	1,2	16,4

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%. S**, sem calcário e sem potássio.

Outra consideração digna de nota é que, em virtude da grande extensão ocupada por esta Formação, são importantes algumas regiões de transição principalmente na sua intersecção com os denominados “Campos” nos municípios de Bacabeira, Anajatuba, Miranda do Norte e Arari. Nesta área situada entre a Estrada de Ferro Carajás e os campos inundáveis, os solos pela influencia dos Aluviões apresentam características diferenciadas com maiores percentagem de silte, principalmente, mas também, quando mais perto do “campo”, teores de argila maiores que em outras áreas da Formação Itapecuru. Por essa razão são solos de boa fertilidade e embora sujeitos a alagamentos temporários, têm grande potencial para utilização pelos agricultores familiares. Para utilização desse potencial ter-se-á que solucionar a questão legal da posse e uso da terra, principalmente quanto à tradição local de se criar bovinos e suínos soltos em toda a margem do “campo”. Levando tudo isso em conta, o que se depreende é que o desenvolvimento de uma Agricultura Familiar nos solos da Formação Itapecuru pressupõe primordialmente a substituição do sistema de corte-queima, que os Bancos e outras Agências denominam de “Agricultura no Toco”, mas alguns pesquisadores preferem chamar de “Fertilização pela Cinza”.

Além disso, fatores não ambientais dificultam a atuação dos agentes preocupados com o desenvolvimento da Produção Familiar na região entre eles podem ser citados:

- i) A baixa capacidade de inversão de capital da maioria dos agricultores, acostumada ao sistema de derruba e queima, cuja eficiência agrônômica indiscutível, dificulta a introdução de sistemas alternativos;
- ii) O grande número de agricultores assentados em terras de baixa aptidão agrícola, que foram adquiridas e distribuídas por meio do Programa de Reforma Agrária, mesmo quando nestas áreas o modelo de produção extensiva e patronal se mostrou inviável;
- iii) A ausência de uma estrutura de oferta de tecnologias adequadas às condições especiais de solo e clima desta Formação.

Muito embora os escassos trabalhos de pesquisas já disponíveis ainda não permitam escolher com segurança um modelo alternativo para uso do solo em toda a região, a análise das realidades aqui apresentadas permite afirmar com segurança que não será utilizando os sistemas convencionais de preparo do solo do tipo aração e gradagem, combinados com calagem e adubação mineral, que se chegará a um sistema agrícola sustentável nos solos originados desta Formação. Nas áreas com precipitação média anual de mais de 2000mm anuais, e onde o contexto sócio-econômico não permite avançar em modelos de uso do solo, sofisticados e onerosos, alternativas mais sustentáveis e mais econômicas haverá de ser introduzidas como a apresentada pelo Dr. Altamiro Ferraz, no capítulo sobre cultivo em aléias, deste livro.

Formação Codó

Data do Cretáceo e ocupa áreas restritas e descontínuas às margens de alguns rios na região central do Estado do Maranhão. No rio Mearim, indo de Barra do Corda a Pedreiras abrangendo, entre outras, algumas áreas dos municípios de São José dos Basílios, Joselândia, Tuntum, D. Pedro, Esperantinópolis e São Raimundo do Doca Bezerra. Na Bacia do rio Codozinho e de seus afluentes da margem esquerda, com início em Senador Alexandre Costa, passando por Codó, indo, já pela Bacia do Itapecuru, até Timbiras. Nas margens dos rios Munim e Iguará nos municípios de Chapadinha, Vargem Grande e Nina Rodrigues. No alto Grajaú entre os municípios de Amarante,

Sítio Novo e Grajaú. Nas margens do Tocantins entre João Lisboa e Cidelândia. Ao sul do município de Poção de Pedra o autor visitou um assentamento do Programa Cédula da Terra localizado numa enorme planície toda ela constituída por solos derivados desta Formação, mas que não está catalogada nos mapas. Na figura 4 se pode verificar as principais áreas ocupadas pela formação Codó.

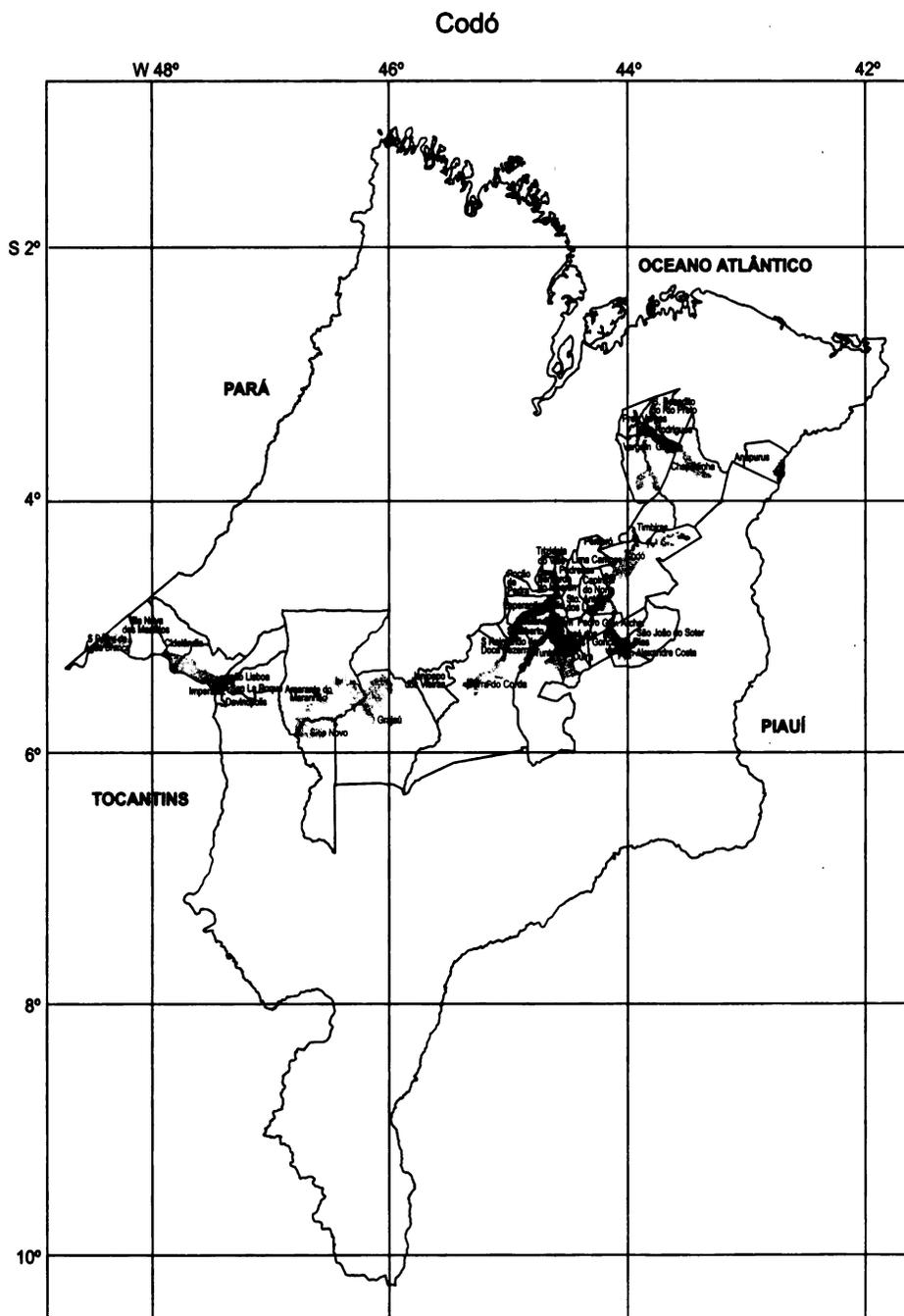


Figura 4. Distribuição geográfica da Formação Codó.

Constitui-se de um conjunto de arenitos ricos em argila, siltitos, folhelhos e margas cinzas, arroxeadas, cremes e pretas. Calcário e gipsita ocorrem com freqüência. Diferentemente de outras Formações sedimentares do Estado, esta pode ser caracterizada como sedimentar lacustre, o que significa participação expressiva dos fenômenos de concentração e precipitação de carbonatos nos processos de formação das rochas. Por essa razão, os solos originários dessa formação possuem de média a alta fertilidade, com razoáveis teores de fósforo, bons níveis de Ca e Mg e saturação por base alta, como se verifica no quadro 5. Algumas destes solos possuem níveis razoáveis de argilas do tipo 2:1, o que os torna pegajosos quando úmidos e muito duros quando secos, o que significa que é estreita a faixa de umidade em que se pode trabalhar nestas áreas.

Quadro 5. Resultados de análise dos solos de três áreas representativas da Formação Codó.

Análise Município	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	ppm	%	CaCl ₂	meq/100 cm ³						%
Tuntum	8	1,8	5,0	0,53	3,7	0,9	0,9	5,1	6,0	85
Codó	7	3,4	4,5	0,15	2,9	0,9	1,6	4,0	5,6	71
Pres. Dutra	12	4,2	4,0	0,49	3,6	1,0	2,4	5,1	7,5	68

Grande parte destas áreas se situa em posição topográfica onde não raro o excesso de água se constitui no maior problema agrônômico, principalmente logo após o pico do período chuvoso. Nestas áreas baixas, após uma primeira grande chuva o agricultor se defronta com um dilema de difícil solução: "Se planto e a chuva não continua, perco o plantio; se não planto e continua chovendo, com o solo muito úmido não posso entrar com a máquina e aí, não planto mais". Como, então, o período de tempo disponível para o plantio é escasso, dificilmente se conseguirá viabilizar nesta região o cultivo de grandes áreas de maneira eficiente, o que torna a Produção Familiar mais adequada do que outras formas de exploração, nos solos dessa Formação.

Muito embora estas terras, em função de sua fertilidade, tenham enorme potencial para a produção sua transformação de promissoras a produtivas vai requerer:

- i) Um alto grau de organização dos agricultores no sentido da antecipação das tarefas pré-semeadura, como a aquisição de insumos e preparo das máquinas, para que não seja perdido nenhum dos poucos dias disponíveis para o plantio;
- ii) A consciência de que nessas condições é preferível cuidar bem de uma área menor, do que tentar expandir a área de plantio para além da capacidade administrativa e de estrutura da propriedade;
- iii) Uma estratégia eficiente para o controle de ervas daninhas, que encontram nestas áreas condições excelentes para o crescimento e multiplicação.
- iv) Um esquema de rotação de culturas, com plantio direto, que possibilite a conservação e manutenção da fertilidade na camada arável do solo.

Sem dúvida as áreas da Formação Codó se encontram entre as que podem dar uma grande contribuição para o desenvolvimento da Produção Familiar do Maranhão, como demonstram as experiências na área do extrativismo levadas a efeito na região de Pedreiras. No que tange a produção agrícola propriamente dita, este êxito estará condicionado à aplicação dos conhecimentos atuais da agricultura, levando em conta a combinação das especificidades climáticas com as características pedológicas locais.

Formação Grajaú

Ocupa uma faixa relativamente estreita e descontínua que vai do Tocantins ao meridiano 44^o na região central do Estado do Maranhão. Abrange uma pequena parte dos municípios de Davinópolis, Montes Altos, Sítio Novo, Grajaú e Fortuna, boa parte de Barra do Corda, Tuntum, Graça Aranha e Eugênio Barros, e a quase totalidade de São Domingos do Maranhão, Santa Filomena e Governador Luís Rocha, como se vê na figura 5.

Datada do Cretáceo inferior esta Formação é composta essencialmente de arenitos finos com cores que variam de esbranquiçados, cremes a avermelhados com predominância dos primeiros. Devida à difícil distinção entre as Formações Codó e Grajaú, muitos geólogos não as separam e tratam ambas como Formação Codó. Do ponto de vista dos solos resultantes, na área da Formação Grajaú predominam aqueles de baixa à média fertilidade, portanto menos aptos do que os derivados da Formação Codó. No município de Governador Luís Rocha é recorrente a presença de Latossolos Amarelos ácricos com teores muito baixos de nutrientes, entre São Domingos e Santa Filomena predominam os Latossolos Vermelhos Amarelos, de média fertilidade. Pequenas áreas com boa fertilidade são raras, mas ocorrem, como nos arredores da sede de Fortuna e no povoado de Sabonete em São Domingos do Maranhão, onde pequenas manchas de Latossolo Vermelho distrófico fazem o sucesso dos plantadores de milho de alta produtividade.



Figura 6. Cultura do milho em Latossolo Vermelho da Formação Grajaú, município de Fortuna, com a evidência de seu alto grau de erodibilidade.

A média fertilidade dos solos destas áreas tem permitido a muitos agricultores cultivarem com sucesso o abacaxi, o milho e o feijão caupi. Entretanto o que se observa é que os bons resultados dos primeiros anos, nem sempre se confirmam nos anos seguintes como acontece com o abacaxi em São Domingos e com o milho em algumas áreas de Fortuna. Estas e outras experiências mostram que a Produção Familiar pode ser implantada com sucesso nestas áreas da formação Grajaú, desde que os níveis de Fósforo, Cálcio e Magnésio dos solos, sejam elevados e mantidos em patamares compatíveis com a sustentabilidade das produtividades esperadas. Estas recomendações são mais importantes para áreas com predomínio dos Latossolos de cores mais claras, onde os teores de nutrientes são sempre mais baixos como se pode verificar no quadro 6

Quadro 6. Resultados das análises de três solos da formação Grajaú, mostrando as diferenças entre os solos mais claros e mais vermelhos

Análise Município	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	ppm	%	CaCl ₂	—————meq/100 cm ³ —————						%
Fortuna (LVA)*	3,0	4,2	4,0	0,1	0,5	0,2	3,3	0,8	4,1	20
S. Domingos (LV)	12	2,0	5,2	0,25	2,3	0,6	1,1	3,2	4,3	74
Fortuna (LV)	29	3,2	5,4	0,6	3,2	1,0	1,2	4,2	5,4	77

*(LVA) Latossolo Vermelho Amarelo, (LV) Latossolo Vermelho

Além disso, é imprescindível que sejam tomados todos os cuidados com o controle da erosão do solo, por causa de sua alta erodibilidade, resultante da predominância dos teores de areia que apresentam, como se pode verificar na figura 6. Experiências iniciais com plantio direto tem sido exitosas, mas só tem sido possíveis com o uso do arado de discos no primeiro ano, para a retirada da enorme quantidade de raízes remanescentes das inúmeras queimadas a que já foram submetidas aquelas áreas mais aptas para culturas anuais.

Formação Mosquito

Data do Triássico e resulta do derramamento de larva vulcânica que quando resfriada na superfície formou rochas basálticas e derivadas que após a intemperização formaram Latossolos Vermelho-Escuros e Nitossolos ambos eutróficos. Ocupa uma extensão praticamente contínua no sudoeste do Maranhão abrangendo os Municípios de Lageado Novo, Campestre do Maranhão, Porto Franco, São João do Paraíso, Estreito, São Pedro dos Crentes, Sítio Novo, Grajaú, Formosa da Serra Negra, Feira Nova do Maranhão, Riachão, Nova Colinas e Fortaleza dos Nogueiras, como se observa na figura 7.

Mosquito

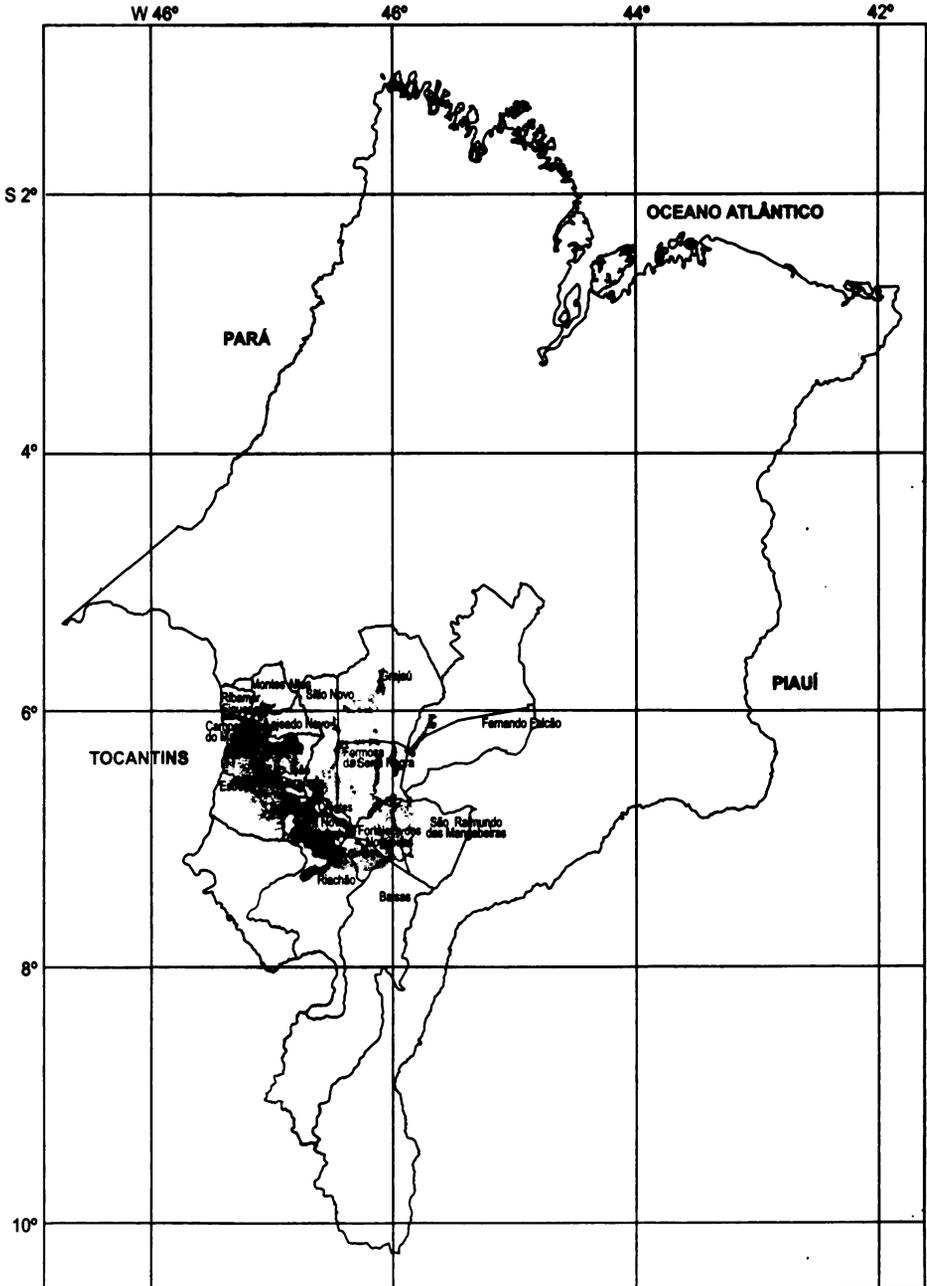


Figura 7. Distribuição geográfica da formação Mosquito.

Uma das maiores vantagens desta área deriva do fato de que grande parte das tecnologias disponíveis no Brasil, foi gerada em condições de clima e solo muito semelhantes e podem ser facilmente adaptadas ou imediatamente adotadas pelos agricultores. Infelizmente, parte desta área, principalmente a de melhor topografia, já está destinada a culturas ou pecuária extensiva, mas se ao restante for aplicada uma política de valorização da Produção Familiar, está será sem dúvida uma das regiões de maior desenvolvimento social e econômico do Estado.

Formação Sardinha

Esta Formação data do Cretáceo, portanto mais recente que à Formação Mosquito, também resulta de derramamento basáltico em áreas muito restritas, uma ao norte de Barra do Corda e outra no polígono formado pelas sedes dos municípios de Buriti Bravo, Colinas, Sucupira do Norte, Pastos Bons e Passagem Franca (veja figura 8). Por causa do menor grau de intemperização de suas rochas, grande parte dos solos dela derivados estão nas classes dos Chernossolos, Luvisolos e Cambissolos todos com excelentes teores de nutrientes e altas percentagens de argilas do tipo 2:1, como se verifica no quadro 8.

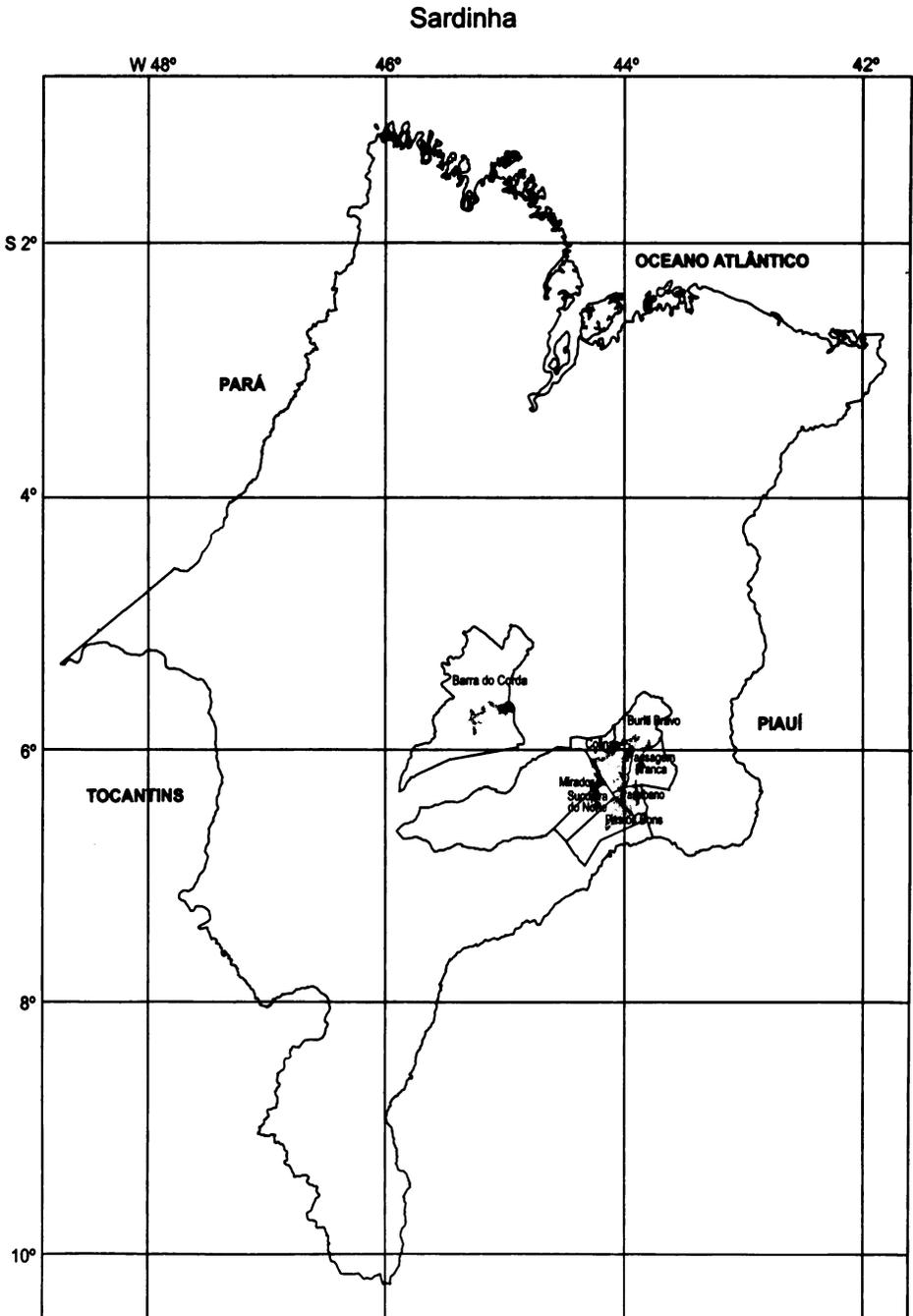


Figura 8. Distribuição Geográfica da Formação Sardinha.

Quadro 8. Resultados das análises dos solos de três municípios abrangidos pela Formação Sardinha.

Análise / Município	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	ppm	%	CaCl ₂	meq/100 cm ³						%
Colinas	25	4.1	5.2	0.4	4.5	1.1	1.3	6.0	7.3	82
Pastos Bons	126	2.5	6.0	0.7	7.5	2.5	0.8	10.7	11.5	93
Buriti Bravo	77	3.2	5.9	0.8	6.4	1.7	1.0	8.9	9.9	90

No município de Colinas no lugarejo denominado São Félix o autor prestou assistência técnica para alguns agricultores no que considera os solos mais férteis já vistos, onde produtividades de 8 toneladas por ha de milho depende mais da escolha de cultivar com potencial genético suficiente, do que de outras práticas como calagem e fosfatagem exigidas para a maioria dos solos brasileiros. Nestas áreas as maiores dificuldades dos agricultores estão associadas à estreita faixa de umidade na qual os solos podem ser trabalhados, devido à sua pegajosidade e ao controle das ervas daninhas, que nestas condições de alta disponibilidade de nutrientes, água e energia, crescem com uma velocidade e com uma agressividade não comparáveis a nenhuma outra condição de solo e clima.

Embora esta Formação ocupe uma pequena área, seu potencial para o desenvolvimento é tão grande que se plenamente utilizado se irradiará para toda a região com reflexos positivos principalmente nos centros urbanos regionais como Colinas e São João dos Patos.

Formações Pedra de Fogo e Motuca

Estas Formações datam do Permiano e estão cartografadas na região sul do Estado, numa faixa contínua que se estende no sentido leste-oeste abrangendo os municípios de Carolina, Riachão, Balsas, Sambaíba, Loreto, São Félix de Balsas, Tasso Fragoso e Benedito Leite. Ocorre ainda nas margens do rio Parnaíba nos municípios de Timom, Caxias e Coelho Neto. As serras do Pimentão, Belo Mato, Enxada, Medonho e Gado Bravo estão inseridas na Formação Pedra de Fogo. (Ver figura 9). A distinção entre Pedra de Fogo e Motuca é difícil até para os Geólogos experientes, pois ambas são constituídas por arenitos, siltitos e folhelhos arroxeados ou vermelhos tijolo.

Os solos destas Formações têm grande importância econômica, pois neles está implantado o pólo agrícola de Balsas. Do ponto de vista pedológico são solos altamente intemperizados, boa parte pertencente à classe dos Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, distroféricos ou ácricos, o que significa presença de teores de bases trocáveis insatisfatórios. Na linguagem comum eles são denominados solos de chapada, por causa da topografia regular, mas no imaginário regional esta designação também significa predominância de vegetação típica de campo-cerrado. Nesta região será muito difícil se estabelecer um sistema de produção familiar, por causa das grandes quantidades de nutrientes necessárias para que estes solos possam atingir níveis de fertilidade adequados. Nestas áreas durante a estação de crescimento das culturas, não é raro a ocorrência de intervalos sem chuva chamados de veranicos, o que tem levado os agricultores e agentes financeiros a condenarem como inaptos solos com baixos teores de argila o que regionalmente pode não ser correto. Inúmeros trabalhos como os de Franzmeier et al. (1960) e Salter & Willians (1965) mostram que nos solos siltosos são maiores as quantidades de água disponível, do que nos argilosos ou arenosos, o que significa que o mais correto, para esta região, seria considerar os teores de silte e não de argila, como fator determinante do maior ou menor risco de estresse hídrico.

Áreas de Baixa Aptidão Agrícola

Infelizmente são extensas as áreas no Maranhão onde o uso intensivo do solo não pode ser recomendado, por causa de sua baixa capacidade de suportar cultivos intensivos e que, portanto, não são adequados para instalação de projetos de Agricultura Familiar baseados na produção de culturas anuais. Boa parte destes solos está situada na região Nordeste do Estado, mas ocorre também áreas expressivas na região no sul, principalmente entre Carolina e Balsas, como se verifica na figura 10.

Em alguns destes locais acontece um extrativismo de frutos silvestres importante para a sobrevivência das famílias locais, mas que poderia contribuir muito mais para aumentar a dignidade dos trabalhadores, se fosse organizado no sentido do melhor aproveitamento comercial dos produtos por meio do processamento de polpas, melhoria da embalagem, e rotulagem. Outra alternativa seria aproveitar a enorme diversidade vegetal destas áreas com a criação de abelhas inclusive as silvestres, tema abordado pelo Drº Maurício Bezerra no capítulo sobre meliponicultura, deste livro.

Agradecimentos

O autor agradece o Engº Agrônomo MSc Jucivan Ribeiro Lopes do Laboratório de Geoprocessamento da UEMA por ter gentilmente cedido as imagens utilizadas neste texto.

Referências Bibliográficas

Aguiar, ACF; Moura, EG; Silva, AC. Interpretação dos indicadores químicos em solos submetido a processos cíclicos de oxi-redução. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Resumo expandido...**Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. CD-ROM.

Albuquerque, JM. 1999. **Níveis de preparo e de cobertura entre aléias de guandu com milho, como alternativas de melhoramento da qualidade física e do uso intensivo de um Argisol da Formação Itapecuru-MA.** Dissertação Mestrado em Agroecologia. São Luís, Maranhão. 66 p.

Brower, M. 1977. **Caracterização do meio morfo-pedológico nas regiões de Arari, Bacabal e Santa Quitéria.** Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária. EMAPA-IRAT. São Luís. 39p.

Busscher, WJ; Bauer, PJ & Frederick, JR. 2002. Recompaction of a coastal loamy sand after deep tillage as a function of subsequent cumulative rainfall. **Soil & Tillage Research**, **68**: 49-57.

Franzmeier, DP; Whiteside, EP; Erickson, AE. 1960. Relationship of texture classes of fine earth to readily available water. 7th. International Congres of soil Science. Madison, Wiscosim. USDA. 354-363.

Gomes ER de. 1999. **Equilíbrio de cátions em vertissolo hidromórfico sódico e o crescimento da cultura do milho (Zea mays L.).** Dissertação de mestrado. São Luís, Maranhão. 82p.

Moura, EG de. 1995. **Atributos físicos-híbridos e de fertilidade de um PVA distrófico da formação Itapecuru em São Luís, MA, que**

afetam o crescimento do milho (*Zea mays* L.). Thesis PhD. Botucatu, São Paulo. 82p.

Moura, EG de. Aguiar, ACF das. Silva, AJF de. Furtado, MB. Mustonem, PJS. Evaluación de la sostenibilidad de un cultivo en callejón bajo a un alfisol de la amazonia. **Agroforesteria en las Américas**, no prelo.

Moura, EG.; Vieira, S.R.; Carvalho, A. M Avaliação da capacidade de aeração e de água disponível dos solos de duas transeções na baixada ocidental maranhense. **R. bras.Ci. Solo**, **16**(1):7-18, 1992.

Salter, PJ; Williams, JB. 1965 The influence of texture on the moisture characteristics of soil. II. Available water capacity and moisture release characteristics. **Journal Soil Science**, **16**: 310-317.

Sousa, I. S. **Efeito da calagem em vertissolo da Baixada Maranhense.** Monografia de Especialização. Campus Paulo VI. Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, 1996. 32p.

A VEGETAÇÃO DA REGIÃO DE TRANSIÇÃO ENTRE A AMAZÔNIA E O NORDESTE, DIVERSIDADE E ESTRUTURA

*Francisca Helena Muniz**

Introdução	53
A Vegetação do Estado do Maranhão	56
Floresta Amazônica Maranhense	58
A Floresta de Babaçu (Babaçual)	60
Cerrado Maranhense	62
A Vegetação e a Agricultura de Corte e Queima	63
Considerações Finais	66
Referências Bibliográficas	67

Introdução

O termo **vegetação** refere-se à cobertura vegetal que reveste naturalmente qualquer superfície, terrestre ou aquática. Resulta do efeito dos condicionantes ecológicos atuais, refletindo, assim, o ambiente natural. A cobertura vegetal não se apresenta uniformemente em toda a extensão - está sempre qualificada por padrões diferenciáveis - as *formações* - sendo identificadas pela fisionomia, pela estrutura e pela composição florística.

Em termos essencialmente práticos, pode-se ainda afirmar que a vegetação ou comunidade vegetal é uma unidade que ocupa uma determinada área e que tem uma composição florística e uma estrutura ou organização características. É possível reconhecer, ainda, a fisionomia, o funcionamento, a dinâmica, a distribuição e a evolução,

* Prof^o. Dr^a. do Departamento de Química e Biologia da UEMA. E-mail: fhmuniz@cecen.uema.br

como atributos da comunidade vegetal (Cain & Castro, 1959). O conhecimento destes atributos é imprescindível para o aproveitamento e conservação dos recursos vegetais de uma região.

A **composição florística** representa todas as espécies presentes na área, sem distinção ecológica, enquanto que a **estrutura** refere-se à disposição, arranjo, ordem e relações entre as partes que formam a comunidade, como os indivíduos, independentemente da espécie a que pertencem, ou como as populações, que reúnem espécies diferentes. Assim, o padrão espacial das espécies, ou seja, a distribuição horizontal dos indivíduos de uma espécie dentro de uma comunidade vegetal, pode variar e os indivíduos podem estar distribuídos ao acaso, em intervalos regulares, ou em grupos, cujos fatores causais podem ser intrínsecos à espécie (fatores reprodutivos e sociais), ou extrínsecos, como as condições do habitat e a história de perturbação da área.

A **fisionomia** refere-se à aparência geral externa e envolve características óbvias da comunidade, como cor e luxuriância, rapidamente determinadas através de uma abordagem visual inicial. Um dos aspectos fundamentais da fisionomia decorre da forma biológica dos vegetais presentes na comunidade. A forma biológica é definida como a forma que o corpo vegetativo da planta assume em harmonia com o ambiente, sob a qual ocorrem os fenômenos vitais, desde sua germinação (ou brotamento) até sua morte (Warming, 1908 apud Pavillard, 1935). Sob tal definição, a forma biológica é um efeito da seleção natural, representando a adaptação do corpo da planta como um todo às condições ambientais.

O **funcionamento** envolve muitos aspectos, que vão desde o periodismo fenológico até adaptações complexas (estratégias adaptativas), que possibilitam a sobrevivência das populações de plantas sob as condições ambientais existentes. Assim, forma biológica, deciduidade, duração da vida das plantas, são atributos que podem ser considerados tanto funcionais como fisionômicos, devido à estreita associação entre fisionomia, função e estrutura (Shimwell, 1971). Em geral, produtividade primária, ciclagem de nutrientes, espectro de polinização e dispersão, periodismo fenológico, são encarados como atributos funcionais da comunidade (Daubenmire, 1968).

Estreitamente relacionada à fisionomia, à estrutura e ao funcionamento da comunidade está a **dinâmica**, que envolve diversos processos de sua organização, como sucessão e regeneração, e as rela-

ções bióticas entre diferentes populações (competição, mutualismo, predação, parasitismo, etc.). Os processos de dinâmica são responsáveis, em última instância, tanto pela mudança da comunidade como pelo tempo maior ou menor de sua permanência num determinado espaço, ou ainda pela modificação do espaço da comunidade. Tais processos manifestam-se através da extinção local de populações, imigração de novas populações para a comunidade, emigração e colonização de novas áreas, flutuações na abundância relativa de populações na comunidade, etc. (Crawley, 1986). Assim, os processos dinâmicos da comunidade também estão estreitamente relacionados com a **distribuição** das comunidades no espaço.

Embora o indivíduo, com genótipo característico, seja encarado como o nível em que a seleção natural ocorre, a **evolução** processa-se dentro de comunidades, posto que indivíduos e mesmo populações raramente ocorrem isolados ou em povoamentos puros em condições naturais.

O conhecimento desses atributos é fundamental para a compreensão dos fenômenos relacionados à comunidade vegetal, principalmente no que se refere à regeneração natural, às flutuações nas densidades das espécies devidas às interações com o local, à mortalidade dos indivíduos e ao manejo bem sucedido dos ecossistemas. Resalve-se que, para retornar ao seu estado original, ou aproximado, em complexidade, diversidade e estrutura, além de contar com seu potencial regenerativo, a comunidade vegetal necessita de uma série de outras condições ecológicas, como a disponibilidade de nutrientes para a reconstrução da biomassa (Fölster, 1994).

Por sua vez, vale o alerta de que a depreciação da vegetação implica:

- a) na extinção definitiva de espécies, principalmente aquelas consideradas raras;
- b) na perda de serviços prestados pelo funcionamento da vegetação, como a depuração das águas e do ar, proteção do solo, equilíbrio climático, reciclagem da matéria e regulação do fluxo energético, informação educacional e científica e inspiração cultural e artística, entre tantos outros;
- c) na perda de variedade de interesse econômico imediato.

A Vegetação do Estado do Maranhão

A vegetação do estado do Maranhão reflete os aspectos transicionais do clima e das condições edáficas da região de transição, dos quais resultaram variados ecossistemas, desde ambientes salinos com presença de manguezais, passando por campos inundáveis, cerrados e babaçuais, até vegetação florestal de grande porte com características amazônicas. A Figura 1 mostra as áreas de distribuição dos principais tipos de vegetação do estado.



Figura 1. Mapa do estado do Maranhão, com as áreas de ocorrência dos principais tipos de vegetação.

Muitos destes ecossistemas foram alterados em vários níveis de intensidade e não se percebe, em um futuro próximo, a possibilidade de se interromper as modificações em curso. Primeiro porque a população da região não dispõe de recursos financeiros e tecnológicos para substituir as práticas responsáveis pela degradação resultante da atividade dos agricultores. Segundo porque a atuação dos órgãos de fiscalização nem sempre consegue evitar a atuação de madeireiros ou carvoeiros que se sentem à vontade para praticar a devastação no que ainda resta de vegetação primária no Estado.

Quando se trata da classificação da vegetação, seja para fins científicos ou mesmo para exploração, diferenças em biomassa são consideradas de grande importância ecológica, uma vez que estão diretamente associadas à diversidade de habitats e conseqüentemente à biodiversidade. Além disso, a exuberância da comunidade florestal, representada pela pujança fisionômica da floresta, está mais relacionada à biomassa e à altura médias do que à diversidade florística. Infelizmente, os modelos de classificação da vegetação disponíveis atualmente não contemplam a diversidade de padrões estruturais e estágios sucessionais associados à degradação da cobertura vegetal original, tampouco definiram padrões para determinação de sua importância ecológica relativa, principalmente em regiões de alta variabilidade espacial da vegetação como é o caso do Maranhão. Tem-se que considerar, também, que formações vegetais de mesma biomassa e padrão de cobertura vegetal podem apresentar capacidades distintas de recuperação e resistência ao mesmo impacto, em conseqüência, principalmente, da variação na fragilidade do seu habitat.

No Maranhão e em toda a região de transição, pouco se conhece sobre a composição florística e a estrutura das diferentes formações vegetais do Estado, e de seus subtipos, os quais variam de acordo com a posição no relevo, a proximidade dos cursos d'água, o estrato analisado, a intensidade das alterações que em alguns casos provoca a predominância de algumas espécies, ou até mesmo possíveis endemismos. Com a forte pressão de desmatamento para fins agrícolas, pastoris e madeireiros, a cobertura vegetal original da região sofreu, e sofre, forte exploração direta que alteraram a fisionomia, a estrutura e a diversidade das formações florestais, e interferem com o seu funcionamento, comprometem os mecanismos de retenção e ciclagem de nutrientes, e representam uma ameaça ao equilíbrio a longo prazo do ecossistema florestal.

Outros resultados dramáticos desses processos têm sido:

- i. A transformação da cobertura vegetal, que passa de formações florestais para sistemas dominados pelo homem, com posterior formação de vegetação secundária (capoeira), após o abandono de áreas de cultivo e de pastagem;
- ii. O empobrecimento do ambiente, que além de não resultar em progresso social sustentável acabou por criar um ciclo vicioso onde o ambiente é pobre, a população é carente e a pressão sobre os recursos naturais é muito forte.

Dos muitos ecossistemas da região de transição os mais pressionados são a floresta úmida e mais recentemente o cerrado. A primeira por causa da grande biomassa e alta diversidade e o segundo pela facilidade de desmatamento, boa topografia e qualidades do solo relativas a capacidade de respostas ao uso de corretivos e fertilizantes (Emanoel Gomes de Moura, com. pes.). Juntos, eles perfazem mais de 50 % da área total do estado do Maranhão e conseqüentemente, apresentam os maiores problemas do ponto de vista de seu uso atual e futuro. Grande parte da floresta já cedeu lugar a vegetação secundária, principalmente devido à agricultura de subsistência, e o cerrado está sendo ocupado pela agricultura extensiva, pelo que é necessário que sejam destacados a estrutura, diversidade e uso desses ecossistemas.

Floresta Amazônica Maranhense

O estado do Maranhão, representando o extremo oriental do domínio amazônico no país, com ligações com as Províncias Central e Atlântica, originalmente foi coberto por dois tipos principais e distintos de floresta: a floresta úmida, típica da Amazônia, e a floresta decídua ou caducifólia, em uma área que, no início da década de 50, correspondia a 150.850 km², cerca de 46 % do Estado. Atualmente, a área coberta por estes tipos florestais, encontra-se muito reduzida, restrita a pequenas manchas em regiões praticamente isoladas ao noroeste e está seriamente ameaçada.

A diversidade de climas e solos compreendida pela floresta amazônica maranhense, além da história de uso dessas áreas, se reflete na diversidade de vegetação, envolvendo matas de cipós, nas áreas

mais úmidas, e matas secas, mais a leste e ao sul do limite de distribuição da floresta, as quais são matas mais abertas e com caráter semidecidual, nas regiões onde a pluviosidade é menor, e apresentando uma densidade maior de palmeiras, como babaçu (*Orbignya* spp) e bacaba (*Oenocarpus* spp).

Com relação à estrutura e diversidade das formações vegetais amazônicas, algumas comparações gerais demonstram que, em um hectare, o número de árvores com DAP (diâmetro a altura do peito) mínimo de 10 cm varia de 393 a 727, com média de 524,1, o número de famílias varia de 27 a 47, com média de 37, o número de gêneros varia de 60 a 130 (média de 86) e o número de espécies de 75 a 196 (média de 128,3), o que caracteriza um grande número de espécies por unidade de área, embora mais da metade delas esteja representada por populações esparsas, onde a densidade é geralmente muito baixa. Além disso, em torno de 33 a 37 % das famílias botânicas estão representadas por uma única espécie, e de 15 a 28 % das espécies são representadas por um único indivíduo. O fato de que existem poucas espécies abundantes (representadas por muitos indivíduos) e muitas espécies raras (com poucos indivíduos muito dispersos) (Pires & Koury, 1959), sem que se conheçam, na maioria dos casos, as leis que regulam essa variabilidade, é um caráter generalizado da flora amazônica.

A floresta amazônica maranhense, do ponto de vista estrutural, é bastante semelhante à floresta úmida amazônica - a densidade média de árvores é em torno de 570 indivíduos por hectare, com 37 famílias e cerca de 100 espécies; cerca de 50 % das famílias botânicas estão representadas por uma única espécie, e 20 a 30 % das espécies com um único indivíduo. Por outro lado, observa-se uma grande concentração de indivíduos em algumas poucas famílias e espécies que seriam dominantes, o que não é comum numa floresta amazônica típica, porém, a presença de muitas outras famílias e espécies pouco representadas evidencia a diversidade na área.

As famílias que se destacam em número de espécies e de indivíduos são Leguminosae, Sapotaceae, Moraceae, Burseraceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae, Apocynaceae, Annonaceae, Lecythidaceae, Rubiaceae, Lauraceae, Bignoniaceae, Meliaceae e Rutaceae. Espécies de grande porte, como *Piranhea trifoliata* (piranheira), *Cenostigma tocaninum* (caneleiro), *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Spondias lutea* (cajuzinho), *Copaifera reticulata* (copaíba),

Hymenaea parvifolia (jatobá-curuba), espécies com grande densidade de indivíduos como *Protium tenuifolium* (amesclão), e espécies raras como *Tabebuia impetiginosa* (ipê-roxo), *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo), *Parkia* sp (faveira), *Astronium gracile* (muiracatiara), *Eschweilera amazonica* (juruparana), *Apuleia leiocarpa* (amarelão), *Lecythis usitata* (jarana), *Didymopanax morototoni* (morototó), entre muitas outras que respondem pela grande diversidade dessas áreas.

A retirada da vegetação florestal implica de imediato em uma simplificação do habitat, interferindo com os padrões de raridade e abundância das espécies. Por isso na floresta secundária, percebe-se claramente as alterações na flora, na diversidade e na densidade relativa de algumas famílias e na biomassa. Famílias como Leguminosae-Mimosoideae, Lauraceae, Burseraceae e Rubiaceae, típicas de ambientes menos perturbados, apresentam diminuição do número de indivíduos à medida que a cobertura florestal diminui, enquanto aumentam os indivíduos de outras típicas de ambientes mais abertos como as Celastraceae, Melastomataceae, Arecaceae, Myrtaceae e Cecropiaceae.

Estas áreas florestais perturbadas propiciam um espectro de condições ambientais muito variado, e essa heterogeneidade ambiental exerce um forte efeito seletivo, atestado pela ocorrência de espécies exclusivas, ou pelo registro de um maior contingente populacional nestes ambientes (Nuñez-Farfan & Dirzo, 1988). Além disso, tem sido observado também que o nível de exploração da floresta influencia o número de indivíduos total e por classe de tamanho da regeneração natural, propiciando um aumento no número de indivíduos, de gêneros e de espécies pioneiras e secundárias, quanto maior for a redução da densidade da floresta. Também o padrão básico de distribuição de tamanho das populações é modificado e deve ser considerado, na avaliação do status sucessional da floresta. Por exemplo, o padrão de distribuição pode sugerir se uma espécie é capaz, ou não, de reproduzir no sub-bosque da floresta, persistindo e possivelmente se tornando mais abundante.

A Floresta de Babaçu (Babaçual)

As áreas com floresta de babaçu (*Orbignya* spp) em grupamentos compactos são exemplos de vegetação secundária, resultante da ocupação e devastação da floresta estacional perenifólia aberta com

babaçu que, por processos que incluem desde a retirada de árvores de valor econômico, até abertura de áreas, utilizando o fogo, para empreendimentos agropecuários, possibilitou um aumento da densidade do *babaçu*, que se constitui na única espécie dominante.

No Maranhão, essas florestas, que ocupam uma área aproximada de 10 milhões de hectares, correspondem a grandes áreas de vegetação degradada, com densidades de *babaçu* que variam desde 20% até mais de 80%, concentrando-se principalmente na região centro norte, mas se estendendo também para as regiões nordeste e sudeste do estado, onde os indivíduos vão se tornando mais espaçados.

A dominância quase absoluta de uma única espécie, no caso o *babaçu*, é um caráter atípico das florestas em áreas tropicais, e decorre de sua alta resistência ao fogo, muito maior que das demais espécies da floresta, além de sua grande capacidade de colonizar áreas abertas. Isto acontece porque a maioria das espécies das florestas tropicais assegura sua regeneração através da manutenção de um banco de plântulas, e não de sementes, sendo, portanto, muito suscetíveis ao fogo. O *babaçu*, por outro lado, apresenta um fruto tipo noz que atinge de 6 a 13 cm de comprimento, com um epicarpo lenhoso extremamente resistente, sobre o qual o fogo atua quebrando a dormência de sua semente, favorecendo sua rápida germinação. As palmeiras jovens (*pindobas*) são extremamente agressivas e excelentes competidoras, ocupando todos os espaços e dificultando sobremaneira o desenvolvimento de outras espécies oportunistas (Figura 2).



Figura 2. Área de vegetação secundária em Santa Rita mostrando a dominância exclusiva de *pindobas* de *babaçu*.

A produção de côco de babaçu varia, no estado, principalmente em função da densidade de palmeiras e da fertilidade do solo, sendo a região do Mearim a que apresenta maior produção por palmeira. Áreas com alta densidade de palmeira e com solo de baixa fertilidade apresentam baixa produtividade tanto pela menor quantidade quanto pelo menor tamanho dos frutos.

Das palmeiras nativas da região, esta é, sem dúvida nenhuma, a de maior importância econômica e social, envolvendo na extração do côco e na comercialização de seus produtos, um grande contingente de famílias. No entanto, ainda não se conhece suficientemente a ecologia da espécie nem foram viabilizadas formas racionais para seu aproveitamento integral. Assim, na maioria dos casos, predomina ainda o processo primitivo de coleta e extração das amêndoas, onde a baixa remuneração propiciada pela atividade permite única e tão somente a sobrevivência precária das famílias extratoras, refletindo na perpetuação de um padrão de vida muito baixo.

Cerrado Maranhense

A área de ocorrência de cerrado na região corresponde a aproximadamente 40% do território do Maranhão, englobando várias formas de vegetação com diferentes tipos estruturais, relacionados principalmente a um gradiente de biomassa, variando desde o campo sujo, campo cerrado, cerrado (*strictu sensu*), até o cerradão, para os quais a interação de fatores climáticos, topográficos e edáficos, além da presença do fogo, são considerados determinantes em sua ocorrência.

Os tipos estruturais de menores biomassas identificados no cerrado se enquadram nos chamados grupos de formações campestres, apresentando um estrato contínuo de plantas herbáceas revestindo o solo e um estrato descontínuo formado por arbustos e árvores. Já, o tipo estrutural de maior biomassa, o cerradão, constitui as formações florestais, cujo estrato contínuo é formado por árvores de pequeno e médio portes que atingem de 10 a 15 m de altura, e o descontínuo formado por plantas herbáceas.

A diversidade dos cerrados é tida como uma das maiores, entre os ecossistemas brasileiros, destacando-se espécies de grande valor ecológico e econômico, como barbatimão (*Stryphnodendron barbatiman* M.), gonçalave (*Astronium graveolens* Jacq.), mangabeira (*Hancornia speciosa* Muell. Arg.), piqui (*Caryocar brasiliensis* Camb.), fava d'anta

(*Dimorphandra gardneriana* L.), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), candeia (*Platymenia reticulata* Benth.), sucupira (*Bowdichia virgilioides* HBK.), murici (*Byrsonima crassifolia* HBK.), puça (*Mouriri pusa* Gardn.), cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.), pau terra (*Qualea grandiflora* Mart.), além de muitas outras.

A biomassa, medida pela área basal total (em torno de 22 m². ha⁻¹) do componente arbóreo é bem inferior à da floresta amazônica, mas a produção anual de serapilheira (que varia de cerca de 8,2 a 10,4 ton. ha⁻¹.ano⁻¹) é comparável àquele ecossistema.

O cerrado reveste extensas áreas, indo desde a região leste do Maranhão, nos municípios de Barreirinhas, Urbano Santos, Chapadinha, Vargem Grande, até a região sul, nos municípios de Balsas, Riachão, Carolina, ocupando relevo aplainado e chapadas. Grande parte da região constitui área tradicional de atividade de pecuária extensiva, cedendo espaço rapidamente, principalmente no sul do estado, para a produção extensiva de grãos.

Embora a queima seja uma prática de manejo muito utilizada nas pastagens nativas, como é o caso do cerrado, para renovação e controle, o uso excessivo prejudica sua produtividade e persistência, posto que elimina espécies de maior valor e modifica a composição botânica, porque as espécies respondem de maneira diferente ao fogo, sendo algumas mais e outras menos resistentes.

A Vegetação e a Agricultura de Corte e Queima

Nos últimos anos os níveis de desmatamento nos trópicos têm aumentado assustadoramente contribuindo para o aumento nas concentrações atmosféricas de gases como CO₂, N₂O, dentre outros, o que provoca mudanças físico-químicas no planeta Terra. Estimativas recentes asseguram que a liberação de Carbono (C) dos trópicos por meio do desmatamento, varia entre 0,42 e 1,60 Pg¹ C.ano⁻¹, dos quais 0,1 a 0,3 Pg C.ano⁻¹ são atribuídos à redução de matéria orgânica do solo (Detwiler & Hall, 1988). O desmatamento é portanto a segunda maior fonte de C para a atmosfera perdendo apenas para a queima de combustíveis fósseis (Veldkamp, 1993). Dados da FAO indicam que 45 % do total de desmatamento no mundo foi derivado da prática da agricultura itinerante, que utiliza o fogo como prática de preparo da

¹ 1 Petagrama (Pg) equivale a 10¹⁵g

área para o plantio. Estimativas do Banco Mundial elevam essa proporção para 60 %, o que alcança a espantosa taxa de 10 milhões de hectares queimados por ano (Sanchez, 1996).

Além da emissão de gases traços, a queima apresenta perdas líquidas de nutrientes para a atmosfera. Dados sobre balanço de nutrientes obtidos na região leste do Estado do Pará, mostram que a queima da biomassa de uma capoeira de 7 anos, sobre solo de baixa fertilidade pode transferir para a atmosfera cerca de 96 % do N, 47 % do P, 76 % do S, 30 % do Na, 48 % do K, 35 % do Ca e 40 % do Mg da massa vegetal. Esse trabalho concluiu que o período de sete anos de pousio não foi suficiente para compensar as perdas de K, Ca, Mg, N e S que ocorreram durante dois anos de cultivo (Holscher, 1997).

Como a estrutura da vegetação e a biodiversidade são intrinsecamente relacionados, o desmatamento quase sempre leva a uma redução da biodiversidade, resultado da transição de área florestal, com muitas espécies de plantas e animais convivendo em equilíbrio ecológico dinâmico, para área agrícola, com reduzido número de espécies convivendo em desequilíbrio. O conceito de pragas e doenças, por exemplo, é decorrência da atividade agrícola e só é aplicável em ecossistemas manejados pelo homem, nos quais, geralmente, a biodiversidade é consideravelmente reduzida em relação aos sistemas naturais, perdendo o controle natural dos problemas fitossanitários. Além disso, a biodiversidade e a atividade biológica estão estreita e diretamente relacionadas a funções e características essenciais para a manutenção da capacidade produtiva dos solos. Isto porque admite-se que sistemas ecológicos mais diversificados tendem a apresentar maior estabilidade.

Dados obtidos no Estado de Rondônia, mostram que a transformação da floresta amazônica em campo agrícola reduziu o número de espécies vegetais em 72 % (Fujisaka *et al.*, 1998). A simplificação da biodiversidade nos campos agrícolas implica diretamente na substituição dos mecanismos naturais reguladores dos fluxos internos de energia e nutrientes atuantes nos ecossistemas, por mecanismos artificiais resultantes das intervenções humanas, por exemplo: o plantio, em substituição à dispersão de sementes; o uso de inseticidas, fungicidas e biocidas por controle natural de insetos, doenças e ervas daninhas; e o uso de fertilizantes em substituição a ciclagem de nutrientes. Essas substituições implicam na adoção de modelos agrícolas sem sustentabilidade (Matson *et al.*, 1997; Altieri, 1999).

O fogo, ao longo da história do homem, foi sempre largamente utilizado como ferramenta de preparo e fertilização da terra para o cultivo de produtos agrícolas, principalmente de subsistência. Assim, o uso das queimadas é, muitas vezes, o resultado da interação de variáveis sócio-econômicas e ambientais. Também são bem conhecidos os efeitos maléficos das queimadas: de imediato, ocorre a fuga de nutrientes, principalmente os mais voláteis, como N e S, cujas perdas podem representar até 88 % e 75 %, respectivamente, e, finalmente, a exposição do solo à incidência direta dos raios solares e das gotas de chuva, o que pode levar à formação de crosta superficial e aumento da susceptibilidade aos processos erosivos. Os efeitos sobre a biomassa vegetal também são consideráveis, representando perdas de até 87 % (Quadro 1).

Quadro 1. Quantidade de Biomassa e teor de nutrientes da vegetação do cerrado, antes e após a queima (Maluf, 1991).

Tratamento	Biomassa	Nutrientes (kg.ha ⁻¹)					
	(m ² . ha ⁻¹)	N	S	Ca	Mg	P	K
Cerrado	39,269	305,9	15,6	199,7	61,2	16,4	55,5
Cerrado queimado	5,307	36,4	4,0	104,9	34,7	10,9	38,6
Perdas (%)	33,962 (87 %)	269,5 (88 %)	11,6 (75 %)	94,9 (48 %)	26,5 (43 %)	5,6 (34 %)	16,9 (31 %)

A ocorrência de queimadas altera profundamente a estrutura, a composição e a dinâmica dos ecossistemas florestais. A retirada da vegetação provoca variações na produção e na decomposição dos detritos orgânicos sobre o solo, em relação à área original. No que diz respeito à produção de serapilheira em áreas secundárias jovens, particularmente onde a vegetação foi totalmente retirada, a produção anual não ultrapassa 60 % da floresta primária adjacente (Luizão & Schubart, 1987; Dantas & Phillipson, 1989), embora alguns resultados indiquem que florestas de 6 a 14 anos já alcançam as taxas de produção de serapilheira das florestas maduras (Ewel, 1976; Golley et al., 1978; Muniz, 1998).

Quando as perturbações são menos severas, como no caso de extração seletiva, e alguns tipos de extrativismo, a retirada de árvores do dossel e produtos da floresta, embora não destruam, alteram a estrutura e o funcionamento básicos, e afetam particularmente a di-

versidade em espécies.

No Maranhão, os sistemas de agricultura de subsistência caracterizam-se pela retirada da vegetação, uso do fogo como técnica de limpeza e fertilização do solo e utilização de culturas alimentares de ciclo curto. Este sistema, denominado de corte e queima ou agricultura no toco, implica em redução da cobertura vegetal, e na necessidade de um período de pousio, em torno de seis a dez anos, para que a estrutura e a biomassa se recomponham em uma vegetação secundária, contendo espécies vegetais adaptadas às novas condições ecológicas locais, de rápido crescimento, elevada produção de sementes e ampla distribuição, que serve de reservatório de matéria orgânica e nutrientes.

Um estudo realizado para avaliar o estado e a importância ecológica da cobertura vegetal em diferentes categorias vegetacionais da pré-amazônia maranhense, baseado em diferentes níveis de desenvolvimento estrutural da formação vegetal e diferentes estádios sucessionais (Santos & Muniz, 1997), demonstrou claramente que todos os parâmetros estruturais médios (diâmetro, altura, área basal, volume) apresentaram-se em ordem crescente da menor categoria estrutural estudada (uma capoeira leve) para a maior (mata sem evidência de interferência humana). Resultados que confirmam que o aumento da complexidade estrutural da mata está associada a uma densidade menor de indivíduos e uma diversidade maior de espécies e habitats (Muniz & Dário, 1999).

Considerações Finais

Alterações na estrutura da vegetação da região de transição refletem na sua biodiversidade, por meio da redução de comunidades, indicada por uma menor porcentagem de cobertura florestal e menor heterogeneidade de habitats, o que afeta a variabilidade de espécies, o número de grupos funcionais ou ecológicos e de espécies-chave, reduz a variabilidade genética, causando, ainda, danos potenciais na diversidade cultural, aqui representada pela perda dos muitos e diversificados sistemas de uso dos recursos, com reflexos na sustentabilidade econômica. Assim, o aumento da estrutura e da biodiversidade é um componente para a sustentabilidade agrícola, mas só será alcançado com o conhecimento e o manejo adequado da vegetação.

Referências Bibliográficas

ALTIERI, M. A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture Ecosystems Environment**, Amsterdam. 74, p.19-31.

CAIN, S.A., CASTRO, G.M. de O. 1959. **Manual of vegetation analysis**. New York: Hafner.

CRAWLEY, M.J. (ed.). 1986. **Plant ecology**. Oxford: Blackwell.

DANTAS, M., PHILLIPSON, J. 1989. Litterfall and litter nutrient content in primary and secondary Amazonian 'terra firme' rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, 5(1): 27-36.

DAUBENMIRE, R. 1968. **Plant communities: a textbook of plant synecology**. New York: Harper & Row.

DETWILER, R.P.; HALL, C.A.S. 1988. Tropical forests and the global carbon cycle. **Science**, Washington, 239:42-47.

EWEL, J.J. 1976. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, 64(1): 293-308.

FÖLSTER, H. 1994. Stability of forest ecosystems in the umid tropics. **Interciencia**, 19(6):291-296.

FUJISAKA, S., et al. 1998. The effects of forest conversion on annual crops and pastures: Estimates of carbon emissions and plants species loss in a Brazilian Amazon colony. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, 69:17-26.

GOLLEY, F.B., et al. 1978. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU/EDUSP. 256p.

HOLSCHER, D. 1997. Shifting cultivation in eastern Amazonia: A case study on the water and nutrient balance. **Plant Research and Development**, Tübingen, 46: 68-87.

LUIZÃO, F.J., SCHUBART, H.O.R. 1987. Litter production and decomposition in a 'terra firme' of Central Amazonia. **Experientia**, 43: 259-265.

MATSON, P.A; PARTON, W.J, POWER, A.G., SWIFT, M.J.G. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, Washington, 277: 504-509.

MUNIZ, F.H. 1998. **Estrutura e dinâmica da floresta pré-amazônica na Reserva Florestal de Buriticupu, Buriticupu - MA**. Rio Claro (SP): Instituto de Biociências/UNESP. Tese de Doutorado. 228p.

MUNIZ, F.H., DÁRIO, F.R. 1999. **Levantamento florístico e fitossociológico das reservas florestais da CELMAR**. Imperatriz: CELMAR Ltda. Relatório Final. 52p.

NUÑEZ-FARFAN, J., DIRZO, R. 1988. Within-gap spatial heterogeneity and seedling performance in a Mexican tropical forest. **Oikos**, 51:274-284.

PAVILLARD, J. 1935. **Éléments de sociologie végétale**. Paris: Hermann.

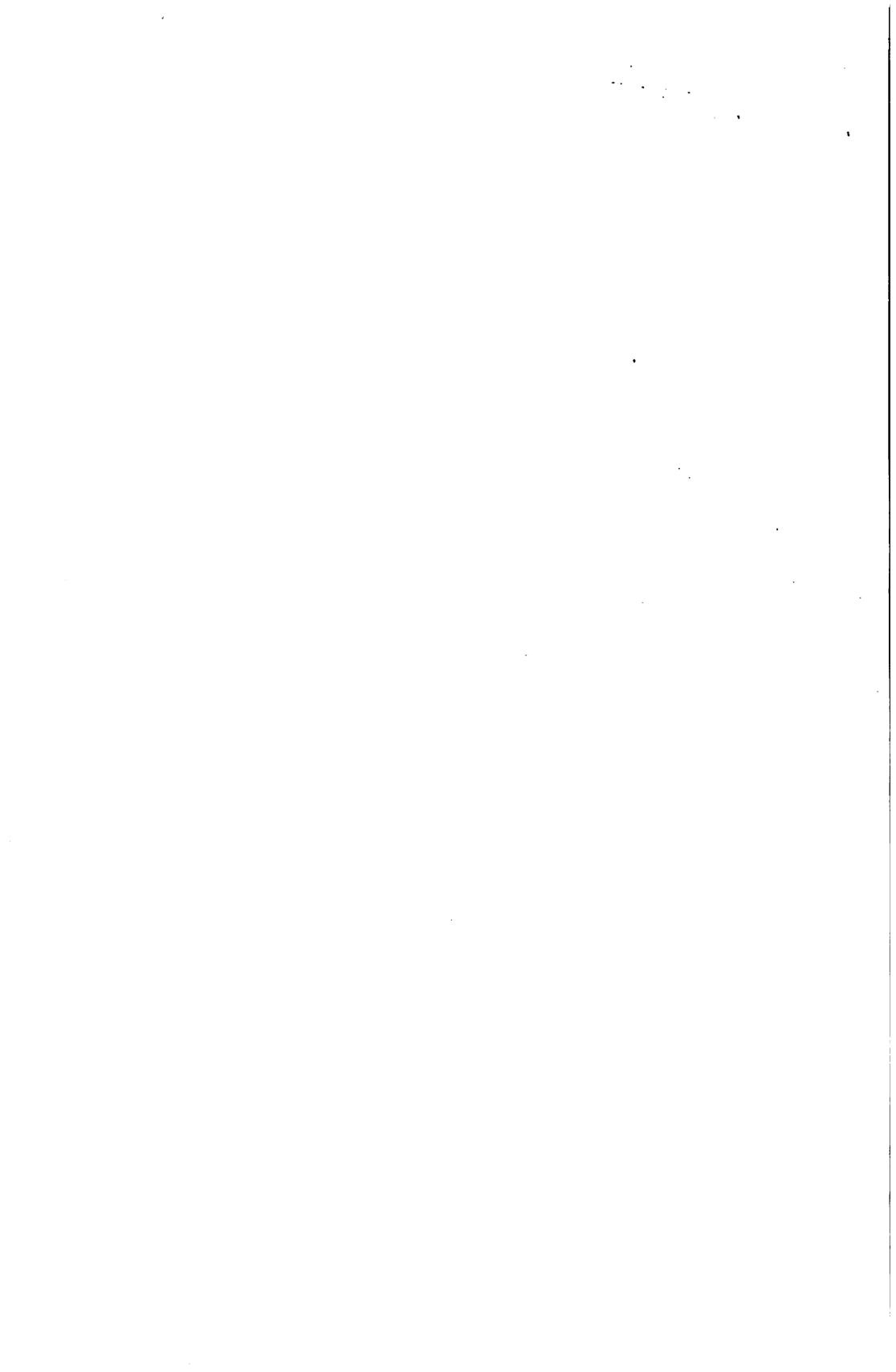
PIRES, J.M., KOURY, H.M. 1959. Estudo de um trecho de mata de várzea próximo a Belém. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte**, 36: 3-44.

SANCHEZ, P.A. 1996. Alternatives to slash-and-burn agriculture - Introduction. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam 58:1-2.

SANTOS, M.C.V., MUNIZ, F.H. 1997. **Sistema funcional de classificação da vegetação da Pré-Amazônia Maranhense**. Imperatriz: CELMAR Ltda. Relatório Final. 18p.

SHIMWELL, D.W. 1971. **Description and classification of vegetation**. London: Sidgwick & Jackson.

VELDKAMP, E. 1993. **Soil organic carbon dynamics in pastures established after deforestation in the humid tropics of Costa Rica**. PhD thesis, Wageningen, 1993. 117p.



O CULTIVO EM ALÉIAS COMO ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS NA AGRICULTURA FAMILIAR DO TRÓPICO ÚMIDO

Altamiro Souza de Lima Ferraz Junior¹

Importância da Agricultura Familiar no Maranhão	72
Agricultura Itinerante no Trópico Úmido	73
A Produção de Culturas Alimentares e a Agricultura Itinerante no Estado do Maranhão	75
Alternativas para a Agricultura Itinerante	76
Sistema de Cultivo em Aléias	77
Seleção de Espécies Arbóreas para Uso em Sistema de Cultivo em Aléias	80
Ciclagem de Nutrientes em Sistema de Cultivo em Aléias	81
Fornecimento de Nutrientes pelas Raízes das Leguminosas	82
Fornecimento de Nutrientes Através da Liteira	85
Fornecimento de Nutrientes Através da Adição de Ramos Podados	85
Fatores que Afetam a Mineralização de Nutrientes dos Resíduos das Leguminosas	88
Utilização de Nutrientes Liberados dos Ramos de Leguminosa pela Cultura Consorciada	88
Limitações para a Adoção do Sistema de Cultivo em Aléias pela Agricultura Familiar nos Trópicos	91
Considerações Finais	91
Referências Bibliográficas	93

¹ Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da UEMA. E-mail: altamiro@cacen.uema.br

Importância da Agricultura Familiar no Maranhão

Diferentemente de outros Estados da federação, no Maranhão aproximadamente a metade da população ainda vive no meio rural. Além disso, grande parte das famílias das pequenas cidades todos os anos “botam suas roças” em áreas próximas, o que ressalta a importância proporcional da população agrícola do Estado, do ponto de vista das políticas públicas de apoio à agricultura. Infelizmente a falta de alternativas e opções tecnológicas conduziu a produção familiar do Maranhão a uma situação de tal gravidade que hoje boa parte dos agricultores não consegue nem produzir seu próprio alimento. O programa de reforma agrária no Estado, com seus mais de 600 assentamentos, não resolveu o problema da produção e serve ainda para exacerbar esta ausência de suporte tecnológico para o avanço da agricultura familiar, aumentando a demanda por modelos produtivos inexistentes e fundamentais para a atividade agrícola. A principal consequência social desta realidade é que mais de 70% da população agrícola do Estado sobrevive abaixo da linha de pobreza, à custa desta agricultura decadente e de um extrativismo que quase sempre não consegue reverter em dignidade o esforço e a dedicação dos trabalhadores.

Análises rápidas e superficiais geralmente apontam para a falta de assistência técnica como a principal causa dos insucessos nas tentativas dos agricultores romper com o círculo vicioso da pobreza, na região, por meio da implantação de projetos agrícolas financiados como o caso do **PROCERA** e outros, que na verdade deixaram como frutos apenas a inadimplência dos agricultores. Muito mais conseqüente seria considerar que a assistência técnica, quando presente, trabalha com base no conhecimento e nas experiências locais, auxiliando os agricultores na aplicação de novas tecnologias testadas e aprovadas e no uso eficiente dos corretivos, fertilizantes, sementes diferenciadas e equipamentos, devidamente recomendados pela experimentação agropecuária. Sem estes instrumentos disponíveis não pode a assistência técnica atender às perspectivas dos produtores.

No que se refere ao conhecimento e experiências para a produção familiar no Maranhão, a avaliação do tamanho do desafio que tem a enfrentar os que se preocupam com este tema, deve confrontar o pequeno estoque atual de tecnologias disponíveis e a enorme variação dos ambientes na região, assunto já tratado em capítulos anterior-

res deste livro. Ajuda a enfrentar este desafio a consciência do enorme contingente de agricultores que aguardam com ansiedade a oportunidade de abandonar práticas agrícolas indignas e ultrapassadas, para uma época em que muitos agricultores, inclusive no Maranhão, já se preocupam com a agricultura de precisão.

Agricultura Itinerante no Trópico Úmido

A agricultura itinerante ou agricultura de derrubada e queima é um sistema comum de uso da terra que alterna períodos de pousio com curtos períodos de cultivo intensivo. O termo “itinerante” indica movimento de uma área para outra, a denominação derrubada e queima refere-se a forma de preparo da área de floresta para o plantio (Brady, 1996; Kamimura & Rinny, 1998). Esse sistema tradicional de cultivo do solo, predominante no trópico úmido, vem sendo praticado há séculos e ocupa aproximadamente 30% das terras aráveis, sustentando 300 a 500 milhões de pessoas entre as populações mais pobres do mundo (Von Uexkull & Mutert, 1990).

Embora persistam controvérsias, essa forma de cultivo freqüentemente está em desacordo com os princípios de sustentabilidade, principalmente nas áreas de solos de baixa fertilidade natural e alta precipitação, podendo levar a perda de nutrientes, degradação química dos ecossistemas e degradação dos mananciais hídricos (Holscher, 1997; Kamimura & Rinny, 1998). De acordo com Sanchez (1982) a agricultura itinerante praticada por pequenas populações em áreas isoladas, com limitado contato com a economia de mercado, não deve ser confundida com a agricultura itinerante em desequilíbrio, praticada nas regiões de fronteiras agrícolas. Nessas áreas a alta pressão populacional induz ao encurtamento do período de pousio, com resultados nefastos para a produtividade e para o ambiente, como visto no capítulo anterior deste livro.

As fases envolvidas na agricultura itinerante são: corte da cobertura vegetal, secagem, queima da biomassa, cultivo, abandono da área (pousio), novo desmatamento e assim, sucessivamente.

A queima da biomassa seca, promove a liberação rápida dos nutrientes em forma de cinza, como conseqüência ocorre melhoria na fertilidade do solo, nas condições para o cultivo devido à limpeza da área e redução das ervas daninhas pela morte de sementes em função das altas temperaturas alcançadas (Kato *et al.*, 1999).

A melhoria da fertilidade do solo está relacionada principalmente com a quantidade de cinzas, que por sua vez depende mais da quantidade de biomassa queimada do que da idade da vegetação secundária (Ghuman & Lal, 1991).

A literatura reporta quantidade de cinzas variando de 2, 5 a 10 t.ha⁻¹, com teores de macronutrientes em kg.ha⁻¹ bastante variáveis (N, 4,9 a 17, 2; P 0,3 a 2,3; K 1,2 a 28,3; Ca 8,5 a 82,8; Mg 1,2 a 15,9) (Van Reuler & Jansenn, 1993). Esses autores compararam duas capoeiras crescidas durante quatro e vinte anos em solo de baixa fertilidade no oeste da África e observaram produção de cinza em torno de 2,5 t/ha, nas duas áreas, o que foi atribuído à menor intensidade de queima da biomassa da floresta secundária de 20 anos em função do maior diâmetro das árvores. Portanto, a melhoria dos indicadores químicos do solo depende da quantidade de cinzas, que por sua vez, depende da intensidade da queima.

Após a queima as lavouras são cultivadas por períodos de tempo variáveis. As culturas implantadas no primeiro ano produzem relativamente bem, podendo alcançar níveis de produtividade superiores aqueles obtidos em áreas sem queima e sem adição de fertilizantes (Van Reuler & Jansenn, 1993). Entretanto, a partir do segundo ano de cultivo se inicia uma fase de declínio de produtividade que pode ser atribuída à redução na fertilidade química, mais acentuada em solos de baixa fertilidade natural, e ao aumento da infestação por ervas daninhas, mais prejudicial em solos de alta fertilidade natural (Sanchez, 1982).

Além da perda da fertilidade química, a exposição do solo em áreas de elevada precipitação com chuvas de alta intensidade resultam em altos níveis de perda de solo. Avaliações feitas em diferentes localidades no nordeste de Laos, constataram que ao final do ciclo do arroz de sequeiro, em áreas queimadas, houve perda de solo variando de 300 a 29.300 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e reduções significativas nos teores de N (400 kg.ha⁻¹.ano⁻¹) (Roder *et al.*, 1995).

Normalmente os produtores da América Latina abandonam as áreas quando entendem que a produtividade será inferior a 50% daquela obtida no primeiro ano de cultivo (Sanchez, 1976). Após ser abandonada a área deverá ser novamente cultivada, quando os agricultores julgarem que a fertilidade do solo tenha sido restaurada, ou mais cedo se outras áreas estiverem indisponíveis para o cultivo. Devido à concentração da posse da terra e à pressão populacional

provocada tanto pelo crescimento da população local quanto pela migração de agricultores para as fronteiras agrícolas, atualmente é praticamente impossível manter um sistema de agricultura itinerante sustentável, na grande maioria dos municípios maranhenses. Há muito vem ocorrendo uma intensificação desse sistema de cultivo, contribuindo para o agravamento da pobreza e degradação ambiental na zona rural de países subdesenvolvidos (Sanchez, 1982).

A Produção de Culturas Alimentares e a Agricultura Itinerante no Estado do Maranhão

A produção de culturas alimentares no Estado do Maranhão é feita predominantemente por pequenos agricultores no sistema de derrubada-queima e pousio, com maior ocorrência da combinação arroz x milho x mandioca. A área cultivada varia de 1 a 5 ha por família. A mão-de-obra utilizada é basicamente familiar. O preparo da área consiste de broca (roçagem do sub-bosque), derrubada, aceiramento, queima, remoção de troncos e galhos que não queimaram e construção de cerca de proteção contra animais. Dependendo da fertilidade natural, e da disponibilidade de área, após dois ou mais ciclos de cultivo a área é abandonada e procede-se à queima de outra capoeira com idade de no mínimo três anos para um novo ciclo de cultivo. Esse sistema é praticado tão intensamente no Maranhão, que comparado aos demais estados que integram a região Amazônica, o Estado do Maranhão apresenta a maior proporção de floresta amazônica destruída (Fujisaka *et al.*, 1998).

A decadência deste modelo produtivo pode ser constatado nos atuais níveis de produção de grãos do estado. O Maranhão passou da condição de maior produtor de arroz para importador de arroz.

Aproximadamente 58 % da população do Estado do Maranhão habitam áreas rurais, vivendo em condições sócio-econômicas bastante precárias. Cerca de 60% dos solos do Estado, oriundos de arenitos das formações geológicas Barreiras e Itapecuru, apresentam baixa fertilidade natural, com baixo tamponamento. Portanto tem-se uma combinação danosa de alta densidade de população rural pobre, associada à alta proporção de solos de baixa fertilidade. Nessas áreas observa-se que a agricultura itinerante tem provocado transformações violentas nos diferentes tipos de ecossistemas. Diversas áreas do Estado, onde predominavam florestas primárias exuberantes, se encon-

tram em avançado estado de savanização e até mesmo de desertificação, contribuindo para o agravamento da pobreza em um dos estados mais miseráveis do país.

A baixa sustentabilidade desses solos, aliada à deficiente infraestrutura para produção, transporte e distribuição de insumos, bem como o baixo nível cultural da maioria dos agricultores, dificultam a adoção do modelo agrícola intensivo, importado de países de clima temperado e adotado em regiões de solos mais férteis no Brasil, que tem por base o uso maciço de insumos e a queima de combustível fóssil. Segundo Harwood (1996) a intensificação nessas áreas deve ser no sentido de uso adequado da terra, da água e da biodiversidade para aumentar o desempenho do agroecossistema, sem causar danos extremos aos recursos naturais. A ênfase dessa intensificação não deve ser na direção de mobilidade excessiva de solos e aporte de insumos externos, mas sim em formas de manejo dos ciclos biológicos e das interações que determinam a produtividade sustentável do agroecossistema.

De acordo com Fernandes *et al.* (1992) a tecnologia a ser empregada nessas áreas deve substituir a queima de combustível fóssil pela energia solar e humana, por meio da utilização eficiente de mecanismos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos.

Alternativas para a Agricultura Itinerante

Desde a década de 1930 a agricultura itinerante é alvo de estudos, sendo que a partir da conferência ECO 92, a Agenda 21 em seu capítulo sobre "Combate ao Desmatamento" inseriu a procura por alternativas sustentáveis a essa prática agrícola, nas prioridades da pesquisa mundial (Sanchez, 1996).

Várias alternativas à agricultura itinerante vêm sendo testadas nas estações experimentais e nas áreas de produtores (Harwood, 1996). O uso de leguminosas de ciclo curto, adaptadas a solos ácidos para regenerar a fertilidade do solo (Wade & Sanchez, 1983; Moura 1995); o uso de fertilizantes químicos em pequenas doses para garantir a produtividade estável (Sanchez & Benites, 1987); o desmatamento mecânico sem uso de queimada com e sem leguminosas anuais (Von Uexkull & Mutert, 1990); a trituração da biomassa vegetal e aplicação na área (Kato *et al.*, 1999); o plantio de espécies perenes, como seringueira, dendê e frutíferas em regiões de fronteira agrícola (Alegre &

Cassel, 1996); o pousio enriquecido com espécies arbóreas produtoras de frutos ou outros produtos de valor econômico (pousio economicamente enriquecido); o pousio enriquecido com leguminosas arbóreas (pousio biologicamente enriquecido); a combinação de culturas perenes e culturas anuais em sistemas agroflorestais entre os quais o sistema de cultivo em aléias (Kang *et al.*, 1990; Szott *et al.*, 1991; Copper *et al.*, 1996; Kass & Somarriba, 1999; Sanchez, 1999).

O plantio de leguminosas anuais em rotação, embora seja uma tecnologia simples e fácil de ser adotada pelos produtores, não pode ser facilmente usada em muitos sistemas onde a estação chuvosa é reservada para o plantio de cereais, principalmente arroz. Nestes sistemas a leguminosa deve crescer na estação de menor disponibilidade de água, o que limitará a expressão do máximo potencial de produção de biomassa e fixação biológica de N (Peoples & Herridge, 1990), sendo portanto mais apropriada para áreas com distribuição de chuvas bimodal (Buckles & Triomphe, 1999).

Dentre as alternativas propostas, os sistemas agroflorestais demandam menos recursos financeiros, os quais são praticamente inacessíveis aos produtores rurais em regiões subdesenvolvidas (Sanchez & Benites, 1987; Sanchez, 2002).

Sistema de Cultivo em Aléias

O sistema de cultivo em aléias é um dos sistemas agroflorestais mais simples que combina em uma mesma área espécies arbóreas, preferencialmente leguminosas e culturas anuais ou perenes de interesse econômico. As leguminosas são plantadas em linhas no espaçamento que varia de 0,25 a 0,5m, estando estas linhas, simples ou duplas, espaçadas por 2 a 6m. Os ramos das leguminosas são periodicamente cortados a alturas que variam entre 0,1 a 0,5m, e são adicionados às entrelinhas das culturas de interesse econômico, servindo como cobertura e adubo verde (Kang *et al.*, 1990; Szott *et al.*, 1991; Copper *et al.*, 1996).



Figura 1. Feijão *Vigna unguiculada* cultivado em aléia da *Clitoria fairchildian*, na UEMA.

A introdução de leguminosas arbóreas em campos agrícolas resulta em diversos benefícios para a cultura associada, dentre os quais pode-se destacar: o aporte de matéria orgânica que causa melhoria da estrutura e da porosidade do solo, favorecendo a disponibilidade de água e O_2 , sendo esta última de grande importância em solos suscetíveis ao encrostamento, submetidos às chuvas torrenciais comuns nos trópicos (Moura, 1995); o tamponamento das temperaturas do solo, o que favorece os processos de liberação de nutrientes e sua absorção pelas plantas; a proteção contra erosão eólica; o controle da erosão superficial principalmente em áreas declivosas; o aumento da diversidade de espécies o que pode reduzir a ocorrência de pragas e doenças; o maior controle de ervas daninhas devido à copa das árvores e pela cobertura morta adicionada ao solo (Alegre & Rao, 1996). Ocorre ainda produção de metabólitos secundários que exercem efeitos alelopáticos, inibindo a germinação de sementes e/ou afetando o crescimento de plântulas indesejadas. Altos níveis de juglone, um metabólito secundário que exerce efeitos deletérios em várias espécies vegetais, foram observados no solo nas proximidades das árvores de *Jugla nigra*, plantadas em aléias (Jose & Gillespie, 1998).

O sistema de cultivo em aléias é uma prática tradicional de cultivo em regiões montanhosas na Ásia, adotada como método de controle da erosão. Esse sistema foi levado para estações experimentais

na África e vem sendo bastante estudado, desde o final da década de 1970. Embora seja utilizado em maior escala nas regiões tropicais, vem sendo testado em regiões de clima subtropical (Jeanes *et al.*, 1996) e em regiões de clima temperado como fonte de adubo verde (Seiter *et al.*, 1999) ou como alternativa para a diversificação de renda por produtores de madeira (Jose & Gillespie, 1998).

Em solos férteis mostrou-se bastante interessante, principalmente quando utilizado para a cultura do milho (Kang *et al.*, 1990; Shannon & Vogel, 1994). A partir de então passou a ser testado em regiões de solos ácidos e regiões com baixos níveis de precipitação anual, produzindo resultados contraditórios. Szott *et al.*, (1991) concluíram que o sistema de cultivo em aléias não foi capaz de assegurar produções estáveis em solo de baixa fertilidade natural. No entanto, o cultivo de arroz e feijão *Vigna unguiculata* em aléias de *Inga edulis* sobre solo ácido na Amazônia Peruana manteve produções estáveis de grãos por seis anos consecutivos (Alegre & Rao, 1996).

De acordo com Copper *et al.* (1996) muitos resultados obtidos por trabalhos de pesquisa com o sistema de cultivo em aléias, resultam de experimentações mal concebidas e comparações irreais, como por exemplo a comparação da produção de milho nesse sistema com aquela obtida em parcelas sem fertilização, ou ainda o uso de parcelas muito pequenas que não impedem a entrada de raízes das leguminosas nas parcelas controles.

Entre as principais limitações desse sistema diversos autores apontam a competição, entre as árvores e a cultura consorciada, por água, luz e nutrientes. (Kang *et al.*, 1990, Szott *et al.*, 1991). A competição por luz pode ser minimizada através da poda freqüente dos ramos, segundo Sato & Dalmacio (1991) o uso balanceado da energia solar pela árvore e cultura consorciada é fundamental para o sucesso desse sistema agroflorestal. A competição por água e nutrientes pode ser minimizada através da seleção de espécies arbóreas portadoras de uma arquitetura radicular mais compatível e mais eficientes na partição de matéria seca e nutrientes para a parte aérea (Sanginga *et al.*, 1995; Akinnifesi *et al.*, 1999). Resultados obtidos por Jones *et al.* (1998) demonstram que a poda dos ramos também pode reduzir a competição por água entre determinadas espécies arbóreas e a cultura consorciada em sistemas agroflorestais.

Em menor escala também tem sido apontado, como fator limitante a produção de metabólitos secundários por raízes e folhas de

várias espécies de leguminosas usadas em sistema de cultivo em aléias como por exemplo, *Inga edulis* e *Leucaena leucocephala*, substâncias essas que exercem efeitos alelopáticos às culturas anuais como o arroz (Rizvi *et al.*, 1999). Hauser (1993) avaliou o efeito de folhas das espécies *Acioa barteri*, *Cassia siamea*, *Flemingia macrophylla* e *Gmelina arborea* na germinação, no estabelecimento de plântulas de milho e no crescimento de mudas de mandioca, e concluíram que essas espécies exercem efeitos deletérios para as culturas, limitando o seu potencial para uso em sistema de cultivo em aléias.

Seleção de Espécies Arbóreas para Uso em Sistema de Cultivo em Aléias

As espécies arbóreas recomendadas para uso nesse sistema de cultivo devem apresentar as seguintes características: fácil estabelecimento no campo, sistema radicular profundo, com maior concentrações de raízes abaixo de 40cm (Akinnifesi *et al.*, 1999), e pouco extenso nas camadas superiores, crescimento rápido, tolerância ao corte, alta capacidade de rebrota, alta produção de biomassa, fixação biológica de N associada com altos teores de N nos tecidos e ser de fácil decomposição (Kang *et al.*, 1990). Também é desejável que as espécies sejam tolerantes a condições adversas de solo, principalmente baixa fertilidade e acidez (Szott *et al.*, 1991; Danso *et al.*, 1992).

Há poucos dados na literatura em relação a espécies de leguminosas arbóreas, quanto ao crescimento, fixação biológica de N, produção de fitomassa, teores de nutrientes e características do sistema radicular, a exceção da leucena (*Leucaena leucocephala*) que vem sendo estudada e tem sido empregada em muitos sistemas agroflorestais (Blair *et al.*, 1990; Chamerlani & Galwey, 1993).

A leucena (*Leucaena leucocephala*) e a gliricídia (*Gliricidia sepium*) são as espécies mais usadas, sendo que há trabalhos com outras espécies de leguminosas como *Sesbania* spp, acácias (*Acacia* ssp) eritrina (*Erythrina* spp), guandu (*Cajanus cajan*), ingá (*Inga* spp), *Albizia salman*, *Leucaena pallida*, *Peltophorum dasyrrachis*, *Calliandra calothyrsus* (Kang *et al.*, 1990; Szot *et al.*, 1991; Alegre & Rao, 1996, Cadish *et al.*, 1998; Lupwayi *et al.*, 1999). Há relatos de uso das espécies *Acioa barteri* (Kang *et al.*, 1990; Tian *et al.*, 1992) e *Jugla nigrans* (Jose & Gillespie, 1998) ambas não leguminosas.

Trabalhos têm demonstrado variações significativas nas carac-

terísticas desejáveis em espécies arbóreas para utilização em sistemas agroflorestais. Akinnifesi *et al.* (1999) avaliaram a arquitetura radicular e proporção de raízes finas (< 2mm) no perfil do solo de treze espécies arbóreas e arbustivas, potencialmente úteis em sistemas agroflorestais, com quatro anos de idade, no sudeste da Nigéria. Estes autores observaram grandes diferenças entre as espécies, com a espécie *Lonchocarpus sericeus*, um arbusto nativo, apresentando a menor proporção de raízes (21%) na camada de 0 a 30cm do solo, sendo portanto a mais indicada para cultivo em sistemas agroflorestais.

Kadiata & Munlogy (1995) observaram que a *Albizia lebbek* apresentou níveis de fixação biológica de N duas vezes superior a leucena e seis vezes superior a gliricidia. Além das diferenças entre espécies, ecótipos de gliricidia e guandu podem apresentar características bastante diferentes, como altura, morfologia, produção de biomassa, potencial de fixação de N e longevidade (Chamberlain & Galwey, 1993; Boringer *et al.*, 1994). Sanginga *et al.* (1990) notaram diferenças na fixação biológica de N na ordem de três a cinco vezes entre ecótipos de leucena e de *Acacia albida*. Portanto a escolha de espécies para utilização em sistema de cultivo em aléias deve levar em consideração essas variações, tendo-se em mente as características desejáveis, comparando-se espécies diferentes e genótipos de uma mesma espécie (Danso *et al.*, 1992).

Em experimento de longa duração conduzido em ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, na Universidade Estadual do Maranhão, em São Luís, comparou-se quatro espécies de leguminosas sendo duas de ocorrência espontânea *Inga edulis* e *Clitoria fairchildiana* e duas exóticas a *Leucaena leucocephala* e a *Cajanus cajan* ao final de seis anos, concluiu-se que a *Clitoria fairchildiana* apresentou melhor desempenho em relação 'a produção de biomassa, aporte de nutrientes e proteção do solo, o que se refletiu nos níveis de produtividade das culturas de arroz (Ferraz Jr, 2000) e do milho (Leite & Ferraz Jr, 2002).

Ciclagem de Nutrientes em Sistema de Cultivo em Aléias

Um grande número de espécies de leguminosas arbóreas é praticamente independente de influxos de N inorgânico da solução do solo, pois obtêm o nitrogênio a partir do N₂ da atmosfera através da

fixação biológica via simbose com bactérias diazotróficas (Danso *et al.*, 1992).

Algumas espécies se associam a fungos micorrízicos, podendo melhorar sobremaneira a absorção de nutrientes, principalmente do fósforo em função da baixa mobilidade deste nutriente no solo. Há ainda evidências de que os fungos micorrízicos associados a leguminosas podem transferir o N derivado da fixação biológica para as raízes da cultura consorciada (Martensson *et al.*, 1998).

Em se tratando de leguminosas arbóreas a maior profundidade alcançada pelo sistema radicular confere a essas plantas a capacidade de absorver água e nutrientes em concentrações rarefeitas ao longo do perfil, concentrando-os nas camadas superiores pela decomposição dos ramos, dispondo os nutrientes que antes estavam fora do alcance das raízes das culturas anuais plantadas simultaneamente.

As leguminosas arbóreas apresentam vantagens em relação a outras espécies, com relação à intensidade de acumulação, ou seja o primeiro processo envolvido na ciclagem de nutrientes que consiste na absorção e metabolização dos nutrientes nas raízes, caules e folhas. Considerando que os resíduos de leguminosas apresentam baixa relação C/N, pode-se afirmar que as leguminosas têm uma vantagem adicional no processo inverso: a mineralização dos nutrientes da matéria orgânica (Ferraz Jr *et al.*, 1997).

As leguminosas arbóreas podem fornecer nutrientes para a cultura consorciada por meio de três fontes principais: os nutrientes exsudados pelas raízes; a morte e decomposição dos nódulos e raízes ("turnover" das raízes); os nutrientes presentes nas folhas senescentes (littera) e os nutrientes mineralizados a partir dos ramos podados e adicionados ao solo (Blair *et al.*, 1990; Kang *et al.*, 1990).

Fornecimento de Nutrientes pelas Raízes das Leguminosas

Embora seja difícil a quantificação precisa em condições de campo, sabe-se que o sistema radicular constitui uma grande porção da biomassa vegetal, podendo alcançar em espécies arbóreas valores entre 15 a 50 % (Risasi *et al.*, 1998). Portanto o potencial de contribuição das raízes das árvores para o cultivo em aléias pode ser muito significativo.

As raízes e nódulos senescentes e os exsudados radiculares

das leguminosas no sistema de cultivo em aléias, fluem continuamente para o solo, apresentam altos teores de N e são rapidamente mineralizados, contribuindo de maneira considerável para a ciclagem de nutrientes neste sistema (Buresh, 1995; Sanginga *et al.*, 1995; Martensson *et al.*, 1998).

Além da morte de raízes e nódulos, experimentos utilizando N¹⁵ e compartimentação de raízes mostraram que pode haver transferência de N diretamente das raízes das leguminosas arbóreas, através das hifas de fungos micorrízicos, para a cultura consorciada, movida por um gradiente de concentração, embora em taxas inferiores a 10 % (Blair *et al.*, 1990). Esse fluxo pode ser bidirecional, ou seja, os nutrientes podem fluir também da cultura consorciada para a leguminosa. De acordo Martensson *et al.* (1998) há um potencial para melhorar essa transferência utilizando determinadas estirpes de fungos micorrízicos.

Entretanto, a avaliação da contribuição relativa das raízes na ciclagem de nutrientes, à semelhança de outros estudos envolvendo sistemas radiculares, é de difícil execução (Sanginga *et al.*, 1995; Akinnifesi *et al.*, 1999).

O "turnover" de raízes deve transferir para o solo entre 4 e 5 vezes mais carbono quando comparado aquele transferido da liteira. Cerca de 30 a 60 % da matéria orgânica do solo é constituída por C oriundo das raízes (Heal *et al.*, 1997)

Lehmann & Zech (1998) estudaram o fornecimento de N das raízes de *Acacia saligna* para o *Sorghum bicolor* cultivados em aléias, utilizando medições da taxa de turnover de raízes e observaram valores em torno de 13,5 kg.ha⁻¹.ano⁻¹. Esses baixos valores não explicaram as grandes quantidades de N mineral no solo observadas após chuvas pesadas. Isto indica que pode ter havido considerável fornecimento de N, via raízes, para o solo, o que esses autores atribuíram aos exsudados radiculares, que entretanto, não foram avaliados nesse estudo.

Segundo Smucker *et al.* (1995) o "turnover" de raízes de leucena contribuiu com 102 kg de N.ha⁻¹, nas primeiras 14 semanas de crescimento da cultura do milho, em sistema de cultivo em aléias.

Dados obtidos na Nigéria indicam que em sistema de rotação de cultura, as raízes e nódulos de leucena inoculada com uma estirpe de rizóbio eficiente contribuíram com cerca de 32 kg de N.ha⁻¹ para a cultura do milho subsequente (Sanginga *et al.*, 1988). Govindarajan *et*

al. (1996) trabalhando com leucena em região semi-árida do Kenya, observaram que a adição de biomassa de raízes foi muito pequena ($0,51 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) e forneceu insignificantes quantidades de nutrientes: 7 Kg de $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $0,2 \text{ Kg}$ de $\text{P}\cdot\text{ha}^{-1}$, porém neste trabalho não foi avaliada a contribuição dos exsudados radiculares.

Akinnifesi *et al.* (1997) utilizando um sistema de barreira com chapa de zinco para evitar o crescimento lateral das raízes de leucena, nas parcelas com a cultura do milho, não observaram diferenças na recuperação de N^{15} pela cultura do milho, sugerindo que as raízes não atuaram como fornecedoras de N ou como competidoras na absorção do N do fertilizante, resultados esses atribuídos ao alto aporte de N via adição de ramos das leguminosas (490 kg de $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$). Schroth & Zech (1995) utilizando metodologia similar, concluíram que a densidade do sistema radicular da glirícidia foi muito baixa em relação à densidade das raízes do milho e arroz consorciados, apesar da ocorrência de déficit hídrico, indicando baixo potencial de competição.

Evidências contrárias foram observadas em alguns trabalhos, os quais sugerem que as raízes das leguminosas funcionam mais como dreno de água e nutrientes. Fernandes *et al.* (1993) verificaram que a produção de arroz de sequeiro variou positivamente com a distância das linhas das leguminosas, em experimento conduzido em solo ácido da Amazônia peruana, atribuindo essa variação à competição entre as raízes das leguminosas e a cultura do arroz por água e nutrientes. Lupwayi *et al.* (1999) observaram redução na produção do milho nas fileiras mais próximas às raízes de duas espécies de leucena, sugerindo competição entre o sistema radicular das árvores e a cultura do milho. Mulongoy & Meersch (1988) verificaram menores produções de grãos de milho quando cultivado em parcelas com aléias de leucena que não receberam adição de ramos.

A competição entre as raízes da cultura consorciada e as raízes das leguminosas deve ser mais severa em solos pobres, com baixos teores de nutrientes ao longo do perfil e em regiões com limitações de disponibilidade de água (Rao *et al.*, 1999). Podendo ser benéfica para a ciclagem de nutrientes em determinadas situações como por exemplo, em áreas com alta pluviosidade, onde o excesso de água pode provocar anoxia e o NO_3^- pode ser reduzido e perdido por volatilização; nessas condições o aumento na absorção de NO_3^- e água pode teoricamente minimizar as perdas do nutriente do sistema (Buresh, 1995).

Fornecimento de Nutrientes Através da Liteira

Existem poucos dados na literatura com relação a participação da liteira na ciclagem de nutrientes em sistemas de cultivo em aléias, alguns trabalhos mostram produções substanciais de liteira em plantios de leucena e gliricídia (11,3 t de matéria seca.ha⁻¹) (Van den Beldt , 1983). Mafra *et al.* (1998) observaram aporte de liteira em Latossolo álico, do ecossistema de cerrado no estado de São Paulo, fornecido por aléias de leucena, da ordem de 2.398 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de matéria seca. Essa biomassa forneceu, as seguintes quantidades de nutrientes por ano: 52,3 kg de N.ha⁻¹; 2,7 kg de P.ha⁻¹; 12,7 kg de K.ha⁻¹; 40,4 kg de Ca.ha⁻¹ e 14,2 kg.ha⁻¹ de Mg.

Os trabalhos com cultivo em aléias normalmente não se referem à quantidade de liteira produzida, provavelmente por essa não ser uma contribuição importante devido às constantes podas de ramos, que não permitem acumular grandes aportes de liteira. Além disso, o material da liteira é constituído por baixos teores de nutrientes em função da remobilização que ocorre durante o estágio de senescência (Blair *et al.*, 1990).

Fornecimento de Nutrientes Através da Adição de Ramos Podados

A adição de matéria seca por meio do corte dos ramos das leguminosas pode variar de 1,4 a 8 t.ha⁻¹.ano⁻¹ em diversos sistemas, utilizando diferentes espécies de leguminosas (Tabela 1). As quantidades de nutrientes presentes nos ramos das leguminosas arbóreas ou arbustivas nesse sistema de cultivo variam em função de diferentes fatores dentre os quais pode-se destacar: a espécie de leguminosa, o tipo de solo, a intensidade de cortes dos ramos e adubações (Tabela 1)

Esses ramos quando adicionados ao solo apresentam um grande potencial para fornecimento de nutrientes, principalmente nitrogênio (40 a 356 kg.ha⁻¹) e potássio (20 a 189 kg.ha⁻¹) (Tabela 1). De acordo com Lupwai & Haque (1999) os ramos de *L. leucocephala* e *L. pallida* foram importantes fontes de N e K para a cultura do milho, mas desprezíveis para o fornecimento de P, Ca e Mg. Osonubi *et al.* (1995) observaram altos níveis de N, P e K fornecidos ao solo através da aplicação de ramos de *Gliricidia*, *Leucena* e *Senna*, principalmente

nos tratamentos que receberam inoculação com fungos micorrízicos. Estas adições resultaram em elevações significativas nos teores desses nutrientes no solo.

Entretanto há divergências quanto à magnitude desse potencial de ciclagem de nutrientes. Segundo Szott *et al.* (1991) a ciclagem de nutrientes nesse sistema de cultivo é claramente inadequada para P e K e apenas marginal para o N, mesmo para culturas como o arroz de sequeiro que apresenta baixa demanda nutricional.

O suprimento das exigências nutricionais da cultura consorciada através da liberação dos nutrientes dos ramos das leguminosas, não depende apenas da quantidade de biomassa e dos teores desses nutrientes, mas principalmente da eficiência de transferência desses elementos, processo esse que se encontra relacionado com a qualidade da matéria orgânica adicionada, fatores ambientais, organismos presentes no sistema e as modificações efetuadas no solo pela matéria orgânica adicionada e ainda pelo manejo adotado (Myers *et al.*, 1994; Swift & Palm, 1995).

Nas condições do Estado do Maranhão, em experimento de longa duração observaram-se produções de matéria seca de *C. fairchildiana* muito elevadas que culminaram com o fornecimento de 328 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ e 264 kg de K.ha⁻¹.ano⁻¹, suficientes para atender a demanda de qualquer cultura direta (Ferraz e Leite, 2002). Confirmando observações visuais da alta produção de biomassa vegetal no trópico úmido.

Tabela 1. Nutrientes adicionados com os ramos de leguminosas em diferentes sistemas de cultivo em aléias.

Espécie	Solo	Massa seca t.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Kg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹					Referência
			N	P	K	Ca	Mg	
<i>Inga edulis</i>	ULTISOL	2 a 4	64	4,4	12,5	15	34	Alegre e Rao, 1996
<i>Inga edulis</i>	PALEUDULT	3,7	147	10	60	25	8	Fernandes et al. 1993
<i>Cajanus cajan</i>	FERRIC ACRISOL	1,4	31,2	2,0	18,7	8,7	3,2	Schroth et al. 1993
<i>Acioa barteri</i>	OXIC	5	80	3,5	40	37	15,5	Tian et al. 1993
	PALEUSTALF		41	4	20	15	5	Kang et al. 1990
<i>Acioa barteri</i>	PALEUSTALF							
<i>Gliricidia sepium</i>	OXIC	5	186	6,5	137	81	22,5	Tian et al. 1993
	PALEUSTALF							
<i>Gliricidia sepium</i>	PALEUSTALF		169	11	149	66	17	Kang et al. 1990
<i>L. leucocephala</i>	OXIC	5	177	5	139	79	20	Tian et al. 1993
	PALEUSTALF							
<i>L. leucocephala</i>	PALEUSTALF	5	247	19	185	98	16	Kang et al. 1990
<i>L. leucocephala</i>	ALFISOL	2,56	111	4,9	44	47	15	Lupwai & Haque, 1999
<i>L. pallida</i>	ALFISOL	3,27	147	7,5	57	61	12	Lupwai & Haque, 1999
<i>Erythrina sp</i>		2,5	67	6	36	16	7	Szott et al. 1991
<i>Cassia reticulata</i>		2,5	72	7	37	25	6	Szott et al. 1991
<i>Gliricidia sepium</i>	ALFISOL		356	21	296			Osonubi et al., 1995
<i>L. leucocephala</i>	ALFISOL		295	17	201			Osonubi et al., 1995
<i>Senna sp</i>	ALFISOL		150	9,5	89			Osonubi et al., 1995
<i>L. leucocephala</i> <i>G. Sepium</i> <i>Calliandra</i>	ALFISOL	2,40	59,7	5,6	60	61	13,4	Shepherd et al., 1997
<i>L. leucocephala</i>	OXISOL	4,46	62,5	2,9	34,7	10,9	8,6	Mafra et al., 1998
<i>L. leucocephala</i>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO	5,26**	289	16	159	37	30	Leite, 2002
<i>Clitoria fairchildiana</i>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO	8,06**	328	20	264	74	34	Leite, 2002
<i>Inga edulis</i>	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO	2,21**	163	9	116	30	14	Leite, 2002

*média de 4 anos;

**média de 6 anos

Fatores que Afetam a Mineralização de Nutrientes dos Resíduos das Leguminosas

A decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos orgânicos variam em função de diferentes fatores: a quantidade e qualidade do resíduo orgânico; fatores climatológicos como temperatura e umidade; características químicas do solo, como pH, disponibilidade de nutrientes; características físicas, como textura e estrutura do solo e fatores biológicos como fauna do solo, biomassa microbiana e presença de raízes vivas (Yadvinder-Singh *et al.*, 1992; Palm *et al.*, 1996).

No sistema de cultivo em aléias a presença do dossel de leguminosas arbóreas pode alterar os níveis de decomposição da matéria orgânica em função do estabelecimento de microclima favorável à atividade biológica (Palm *et al.*, 1996; Vanlauwe *et al.*, 1997).

Utilização de Nutrientes Liberados dos Ramos de Leguminosa pela Cultura Consorciada

No sistema de cultivo em aléias os nutrientes mineralizados dos resíduos vegetais em decomposição podem ser sequestrados em vários "pools": a) as raízes da cultura principal, b) as raízes das leguminosas consorciadas, c) as ervas daninhas, d) biomassa microbiana do solo, e) a matéria orgânica do solo, f) parte mineral do solo. Podem ainda sair do sistema por diferentes processos: lixiviação, erosão e volatilização.

Vanlauwe *et al.* (1996) avaliaram a partição de N^{15} dos ramos de leucena para três diferentes "pools" em duas épocas: aos 45 dias e aos 139 dias após a adição dos ramos (DAA). Estes pesquisadores observaram que 4,2% (aos 45 DAA) e 10% (aos 129 DAA) foram absorvidos pela cultura do milho, 9,6% (aos 45 DAA) e 9,4% (aos 129 DAA) estavam contidos nos ramos das leguminosa em rebrota; 19,7% (aos 45 DAA) e 13,2% (aos 129 DAA) no liter do solo. Mesmo desconsiderando o N^{15} retido nas raízes das leguminosas, conclui-se, a partir desses dados, que mais de 42% do N^{15} aplicado ficou retido no sistema. Trabalho semelhante realizado em condições de campo relata que decorridos 52 dias da adição de ramos de leucena enriquecido com N^{15} , a cultura do milho absorveu apenas 4,8% do total do N^{15} fornecido, 45,1% foram detectados no resíduo, 24,9% no solo e 25,2% foram perdidos (Xu *et al.*, 1993)

Um dos objetivos principais desse sistema de cultivo é que os nutrientes liberados dos resíduos das leguminosas sejam absorvidos preferencialmente pelas raízes da cultura de interesse econômico de forma mais eficiente possível. Esse processo foi denominado de sincronismo por Myers *et al.* (1994). Entretanto, a ausência de sincronismo não significa, necessariamente perda de nutriente, pode haver uma migração de nutrientes para o "pool" de reserva da matéria orgânica do solo ou a recuperação pela leguminosa consorciada (Vanlauwe *et al.*, 1997).

Xu *et al.*, (1993) observaram que do total de N¹⁵ fornecido por ramos de leucena, 2,6 % foram recuperados pela cultura de milho em um segundo plantio, 1,8 % em um terceiro e 1,4 % no quarto plantio, sendo esses valores superiores à recuperação do N¹⁵ fornecido pelo fertilizante. Esses dados indicam que os ramos de leguminosas adicionados nas entrelinhas, no sistema de cultivo em aléias podem funcionar como um fertilizante de liberação lenta, com efeito residual se estendendo por até quatro cultivos.

A probabilidade de ocorrência do sincronismo no sistema de cultivo em aléias nos trópicos é bem maior quando comparada ao sistema de cultivo com adubação verde seqüencial, porque são feitas pelo menos duas adições de resíduos no decorrer do ciclo da cultura de interesse econômico, e as condições climáticas são favoráveis ao crescimento da cultura consorciada e à atividade microbiana (Myers *et al.*, 1994). Entretanto trabalhos avaliando a eficiência de uso de N por culturas anuais, usando N¹⁵ ou o método da diferença mostram que os níveis de N absorvidos pela cultura derivados dos ramos das leguminosas são predominantemente baixos, variando entre 6 a 44 % (Tabela 2).

Tabela 2. Eficiência de uso de nitrogênio pela cultura consorciada em sistema de cultivo em aléias com diferentes espécies de leguminosas.

Leguminosa	Cultura	Eficiência de uso de N %	Referência
<i>Leucaena leucocephala</i>	Arroz	9,4*	Munlongoy & van der Meersh (1988)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Arroz	6,8*	Xu <i>et al.</i> (1993 a)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Arroz	15**	Xu <i>et al.</i> (1993b)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Milho	34**	Saginga <i>et al.</i> (1988)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Arroz	19*	Ferraz Jr (2000)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Milho	32***	Cadisch <i>et al.</i> (1998)
<i>Gliricidia sepium</i>	Milho	44***	Cadisch <i>et al.</i> (1998)
<i>Cajanus cajan</i>	Arroz	28*	Ferraz Jr (2000)
<i>Inga edulis</i>	Arroz	6*	Ferraz Jr (2000)
<i>Crotalaria fairchildiana</i>	Arroz	28 *	Ferraz Jr (2000)
<i>Erythrina peoppigiana</i>	Milho	10*	Hagggar <i>et al.</i> (1993)
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Milho	20***	Cadisch <i>et al.</i> (1998)
<i>Peltophorum dasyrrachis</i>	Milho	16***	Cadisch <i>et al.</i> (1998)

* método da diferença

** método do N15

*** N¹⁵ experimento com vasos

Cadish *et al.* (1998) mostraram que a qualidade do resíduo adicionado interfere no sincronismo entre a mineralização do N¹⁵ dos ramos e a absorção pela cultura. Dentre quatro espécies de leguminosas com teores contrastantes de N, lignina e polifenóis, a maior eficiência de recuperação de N¹⁵ pelo milho ocorreu com resíduos de melhor qualidade. Estes autores verificaram ainda que resíduos de baixa qualidade resultam em menor sincronismo no primeiro cultivo e nos cultivos subsequentes, não funcionando como “pool” de reserva, mas sim beneficiando a cultura indiretamente através da proteção do solo, melhoria da estrutura, CTC, microclima e controle de ervas e da erosão, aspectos estes ligados ao aumento do teor de matéria orgânica do solo.

Alguns trabalhos mostram que a aplicação de fertilizantes pode elevar a absorção dos nutrientes fornecidos pelos ramos das leguminosas (Tian *et al.*, 1992; Xu *et al.*, 1993).

Praticamente não existem trabalhos na literatura sobre a eficiência de uso dos demais nutrientes além do nitrogênio, provavelmente em função desses nutrientes se encontrarem em menores proporções

e pela dificuldade de utilização de elementos marcados. Lupwayi & Haque (1999) avaliaram o balanço nutricional, comparando o sistema de cultivo em aléias de duas espécies de leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena pallida*) com o monocultivo de milho e concluíram que o balanço foi positivo para o N, K e Ca e negativo para o P e Mg.

Limitações para a Adoção do Sistema de Cultivo em Aléias pela Agricultura Familiar nos Trópicos

As limitações que dificultam a adoção do sistema de cultivo em aléias pelos agricultores familiares podem ser agrupadas em: limitações inerentes ao sistema e limitações inerentes à estrutura disponível para a agricultura familiar. As limitações inerentes ao sistema são: a necessidade de correção do solo para a implantação das leguminosas; o tempo para estabelecimento das espécies arbóreas, em torno de dois a três anos; a obrigatoriedade de limpeza das linhas das árvores; a necessidade de corte dos ramos e a competição entre a leguminosa e a cultura alimentar, principalmente plantas com via metabólica tipo C_3 como o arroz, base alimentar em grande parte dos municípios maranhenses; para algumas regiões do estado onde os níveis de precipitação pluviométrica são inferiores a 1500mm anuais os riscos de insucesso são maiores em virtude da dificuldade no estabelecimento das árvores e pelo acirramento da competição por água entre a espécie arbórea e a cultura de interesse econômico. Outras limitações, não menos importantes são: o baixo nível do capital humano nas áreas com predominância da tradição da agricultura itinerante; a deficiência de infra-estrutura de transporte e comercialização de insumos e a precariedade da rede de pesquisa agropecuária e extensão das regiões tropicais subdesenvolvidas.

Considerações Finais

Há um consenso entre agricultores, pesquisadores e extensionistas de que a agricultura de derrubada e queima, em desequilíbrio, praticada no Estado do Maranhão não é capaz de reverter os péssimos indicadores de desenvolvimento das populações do campo, e, pior ainda, é uma forte ameaça à segurança alimentar no Estado. O esgotamento deste modelo de produção requer alternativas

capazes de substituírem a agricultura itinerante por sistemas de produção de alimentos com maior diversidade de espécies e que atuem no sentido de construção da fertilidade dos solos pobres que ocupam uma grande extensão do Maranhão. O sistema de cultivo em aléias possui uma série de vantagens que o credencia como alternativa ao modelo atual, entretanto é necessário que sejam feitos investimentos nas áreas de pesquisa participativa para que os agricultores auxiliem na avaliação e na adaptação de modelos de sistemas agroflorestais, que funcionem no sentido de redução dos riscos da atividade de produção de alimentos. O custo desta Odisséia, por maior que seja, será, sem sombra de dúvidas, muito menor que as vultosas somas gastas em programas de combate às enfermidades causadas pela sub-nutrição e em segurança pública nas grandes cidades.

Referências Bibliográficas

AKINNIFESI, F.K., KANG, B.T. & LADIPO, D.O, Structural root form and fine root distribution of some woody species evaluated for agroforestry systems. **Agroforestry Systems**. 42: 121-138, 1999.

ALEGRE, J.C. & CASSEL, D.K. Dynamics of soil properties under alternative systems to slash-and-burn. **Agriculture Ecosystems Environment**., Amsterdam, .58: 39-48, 1996.

ALEGRE, J.C. & RAO, M.R. Soil and water conservation by contour hedging in the humid tropics of Peru. **Agriculture Ecosystems Environment**., Amsterdam, .57: 17-25, 1996.

ATTA-KRAH, A.N. Alley farming with leucaena: effects of short grazed fallows on soil fertility and crop yields. **Experimental Agriculture**, Cambridge, 20:1-10, 1989

BLAIR, G. CATCHPOOLE, D. & HORNE, P. Forage tree legumes: their management and contribution to the nitrogen economy of wet and humid tropical environments. **Advances in Agronomy**. Washington, 44: 155-223, 1990.

BOHRINGER, A.; TAMO, M.; DREYER, H.M. Growth and productivity of pigeonpea (*Cajanus cajan*) genotypes for use in alley cropping and their interactions with the environment. **Experimental Agriculture**. Cambridge , 30 (2): 207-215, 1994.

BRADY, N.C. Alternatives to slash-and-burn: a global imperative. **Agriculture Ecosystem Environment**. 58: 3-11, 1996.

BUCKLES, D. & TRIOMPHE, B. Adoption of mucuna in the farming systems of northern Honduras. **Agroforestry Systems**, 47:67-91, 1999

BURESH, R.J. Nutrient cycling and nutrient supply in agroforestry systems, In: **Integrated plant nutrition systems** DUDAL, R.ROY, R.N. (Ed.) Roma: FAO, p.155-164, 1995.

CADISCH, G., HANDAYANTO, E., MALAMA, C., SEYNI, F. & GILLER, K.E. N recovery from legumeprunings and priming effects are governed by the residue quality. **Plant and Soil**, Amsterdam, 205:125-134, 1998.

CHAMBERLAIN, J.R & GALWEY, N.W. Methods of identifying genetic diversity in Gliricidia species for biomass production. **Experimetal Agriculture**, Cambridge. 29: 87-96, 1993.

COOPER, P.J.M.; LEAKEY;R.R.B.; RAO, M.R. & REYNOLDS, L. Agroforestry and the mitigation of land degradation in the humid and sub-humid tropics of africa. **Experimetal Agriculture**.Cambridge, 21: 235-290, 1996.

DANSO, S.K.A ., BOWEN,G.D. e SANGINGA, N.Biological nitrogen fixation in trees in agro-ecosytems, **Plant and Soil**, Amsterdam, 141:177-196, 1992.

FERNANDES, E.C.M., DAVEY, C.B & NELSON, L.A., Alley cropping on na acid soil in the upper Amazon: mulch, fertilizer and hedgerow root pruning effects. America Society of Agronomy Special Publication, 56:77-96, 1993.

FERNANDES, M.S., RAMOS, D.P., MATOS, L.C.M Agricultura itinerante e desertificação, In: **Agricultura e Desertificação**, Lisboa, p. 75-100, 1992.

FERRAZ JR, A.S.L., SOUZA, S.R. & FERNANDES, M.S. Ciclagem de nutrientes em sistema de cultivo em aléias. **Pesquisa em Foco**. São Luís 32, (5):7-29, 1997.

FERRAZ JR, A.S.L Arroz de sequeiro em sistem sistema de cultivo em aléias sobre solo de baixa fertilidade natural, Seropédica-RJ, Tese de Doutorado, UFRRJ, 186 fls, 2000.

FUJISAKA, S., CASTILLA, C. ESCOBAR, G., RODRIGUES, V. VENEKLAAS, E.J., THOMAS, R. & FISHER, M. The effects of forest conversion on annual crops and pastures: Estimates of carbon emissions and plants species loss in a Brazilian Amazon colony, **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, 69:17-26, 1998.

GHUMAN, B.S & LAL, R. Land clearing and use in the nigerian tropics. II Soil chemical properties. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, 55:184-188, 1991.

GOVINDARAJAN,-M.; RAO,-M.R.; MATHUVA,-M.N.; NAIR,-P.K.R. Soil-water and root dynamics under hedgerow intercropping in semiarid Kenya. **Agronomy Journal**, Madison, 88: (4): 513-520, 1996.

HARWOOD, R.R. Development pathways toward sustainable systems following slash-and-burn. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, 58, p. 75-86, 1996.

HAUSER, S. Effect of *Acioa barteri*, *Cassia siamea*, *Flemingia macrophylla* and *Gmelina arborea* leaves on germination and early development of maize and cassava. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, 45: 263-273, 1993.

HEAL, O.W., ANDERSON, J.M. & SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. In: **Driven by Nature, Plant Litter Quality and Decomposition**: Cadish, G.. & Giller, K.E (eds.) CAB- International Wallingford, p.3-21, 1997.

HOLSCHER, D. Shifting cultivation in easter Amazonia: A case study on the water and nutrient balance. **Plant Research and Development**, Tubingen, 46: 68-87, 1997.

JEANES,-K.W.; GUTTERIDGE,-R.C.; SHELTON,-H.M. Competition effects between leucaena and maize grown simultaneously in an alley cropping system in sub-tropical Australia. **Experimental Agriculture**. Cambridge, 32 (1) : 49-56, 1996.

JONES, M., SINCLAIR, F.L. & GRIME, V.L. Effect of tree species and crown pruning on root length and soil water content in semi-arid agroforestry. **Plant and Soil**, Amsterdam, 201:197-207, 1998.

JOSE, S. & GILLESPIE, R. Allelopathy in black walnut (*Jugla nigra* L.) alley cropping. I Spatio-temporal variation in soil juglone in a black walnut-corn (*Zea mays* L.) alley cropping system in the midwestern USA. **Plant and Soil**, Amsterdam, 203: 191-197, 1998.

KADIATA, B.D., MUNLONGOY, K., Isirimah, N.O. Time course of biological nitrogen fixation, nitrogen absorption and biomass accumulation in three woody legumes. **Biological Agriculture and Horticulture**, 13:253-266, 1996.

KAMIMURA, K. & RINNY, M. Spatial and temporal characteristics of shifting cultivation patches in Kotopanjang dam watershed. **Journal Agriculture Research Quartely** 32: 47-53 (1998).

KAMOSHITA, A., FUKAI, S. , MUCHOW, R.C. & COOPER, M. Genotypic variation for grain yield and grain nitrogen concentration among sorghum hybrids under different levels of nitrogen fertiliser and water supply. **Australian Journal of Agriculture Research**. 49:734-747, 1998.

KANG, B.T; REYNOLDS,L. & ATTA-KRAH,A .N. Alley farming. **Advances in Agronomy**, New York, 43:315-359, 1990.

KASS, D.C.L. & SOMARRIBA, E. Traditional fallows in Latin America. **Agroforestry Systems** 47:13-36, 1999.

KATO, M.S.A, KATO, OR., DENICH, M. & VLEK, P.L.G. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers. **Field Crops Research**. 62: 225-237, 1999.

KLEINMAN, P.J.A., BRYANT, R.B. & PIMENTEL, D. Assessing ecological sustainability of slash-and-burn agriculture through soil fertility indicators. **Agronomy Journal**, Madison, 88(2), 122-126, 1996.

LEHMANN, J. & ZECH, W. Fine root turnover of irrigated hedgerow intercropping in Northern Kenya. **Plant and Soil**, Amsterdam, 198: 19-31, 1998.

LEITE, A M L & FERRAZ JR, A.S.L Competição entre genótipos de milho e leguminosas arbóreas em sistema de cultivo em aléias. FERTIBIO 2002, Rio de Janeiro, 2002

LUPWAYI, N.Z., HAQUE, I., SAKA, A.R, SIAW, D.E.K.A. Leucaena hedgerow intercropping and cattle manure application in the Ethiopian highlands. II. Maize yields and nutrient uptake. **Biology Fertility Soils**, 28: 196-203, 1999.

MAFRA, A. L.; MIKLOS, A.A., VOCURCA, H.L. HARKALY, A.H. & MENDOZA, E. Produção de fitomassa e atributos químicos do solo sob cultivo em aléias e sob vegetação nativa de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 22:43-48, 1998.

MARTENSSON, A.M., RYDBERG, I. & VESTBERG, M. Potential to improve transfer of N in intercropped systems by optimising host-endophyte combinations. **Plant and Soil**, Amsterdam, 205:57-66, 1998.

MATHUVA,-M.N.; RAO,-M.R.; SMITHSON,-P.C.; COE,-R. Improving maize (*Zea mays*) yields in semiarid highlands of Kenya: agroforestry or inorganic fertilizers. **Field Crops Research**. Amsterdam, 55 (1/2): 57-72, 1998.

MOURA, E. G. Atributos de fertilidade de um podzólico vermelho amarelo da formação Itapecuru limitantes da produtividade do milho. Tese de Doutorado. UNESP, Botucatu-SP, 91 fls., 1995.

MULONGOY, K e van der MEERSCH, H.K. Nitrogen contribution by leucaena (*Leucaena leucocephala*) pruning to maize in on alley cropping system. **Biology Fertility Soils**, Berlin, 6:282-285, 1988.

MYERS, R.J.K, PALM, C.A., CUEVAS, E., GUNATILLEKE, I.U.N & BROSSARD, M. The synchronization of nutrient mineralisation and plant nutrient demanda. WOOMER, P.L e SWIFT, M.J. (Eds.) **The biological management of tropical soil fertility**. Chichester, Wiley-Sayce, 1994, p.81-116.

OSONUBI, O, ATAYESE, M.O. & MULONGOY, K. The effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation on nutrient uptake and yield of alley-cropped cassava in a degraded alfisol of southwestern Nigeria. **Biology Fertility Soils**, Berlin 20:70-76, 1995.

PALM, C. A., SWIFT, M. J. & WOOMER, P.L. Soil biological dynamics in slash-and-burn agriculture **Agriculture, Ecosystems and Environment**. Amsterdam. 58: 61-74, 1996.

PEOPLES, M.B. & HERRIDGE, D.F. Nitrogen fixation in tropical and subtropical agriculture. **Advances in Agronomy**, Washington, 44:155-223, 1990.

RAO, M.R. MAFONGOYA, P.L, KWESIGA, F.R. & MAGHEMBE, J.A. Nutrient cycling in agroforestry systems of the semi-arid tropics of Africa. **Annals of Arid Zone**, 38 (3 e 3): 275-307, 1999.

RISASI, E. L., KANG, B. T. & OPUWARIBO, E.E. Assessment of N availability of roots of selected wood species and maize. **Biological Agriculture and Horticulture**. 16: 87-96, 1998.

RIZVI, S.J.H., TAHIR, M. RIZIVI, V. KOHLI, R.K. & ANSARI, A. Allelopathic interactions in agroforestry systems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, 18(6): 773-796, 1999

RODER, W., PHENGCHANH, S. & KEOBOULAPHA, B. Relationships between soil, fallow period, weeds and rice yield in slash-and-burn systems of Laos. **Plant and Soil**, Amsterdam, 176: 27-36, 1995.

SANCHEZ, P.A. Alternatives to slash-and-burn agriculture - Introduction, **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam 58:1-2, 1996.

SANCHEZ, P.A. Improved fallows come age in the tropics, **Agroforestry Systems**, 47:3-12, 1999.

SANCHEZ, P. A. Nitrogen in shifting cultivation systems of Latin America. **Plant and Soil**, Amsterdam, 67: 91-103, 1982.

SANCHEZ, P. A Soil fertility and hunger in Africa, **Science**, Washington, 295:2019-2020, 2002.

SANCHEZ, P.A & BENITES, J. R. Low-input cropping for acid soils of the humid tropics. **Science**, Washington , 238, 1521-1527, 1987.

SANGINGA, N, BOWEN, G.D. & DANSO, S.K.A Assessment of genetic variability for N₂ fixation between and within provenances of *Leucaena leucocephala* and *Acacia albida* estimated by N¹⁵ labelling techniques. **Plant and Soil**, Amsterdam, 127:169-178, 1990.

SANGINGA, N. , VANLAUWE, B. & DANSO, S.K.A. Management of biological N₂ fixation in alley cropping systems: estimation and contribution to N balance. **Plant and Soil**, Amsterdam, 174, p. 119-141, 1995

SATO, A. & DALMACIO, R.V. Maize production under an intercropping system with fast growing tree species: a case in the Philippines. **Journal Agriculture Research Quarterly**, 24:319-326, 1991.

SCHROTH, G. & ZECH, W. Root length dynamics in agroforestry with *Gliricidia sepium* as compared to sole cropping in the semi-deciduous rainforest zone of West Africa. **Plant and Soil**, Amsterdam, 170:297-306, 1995.

SEITER, S., INGHAN, E.R., WILLIAM, R.D. Dynamics of soil fungal and bacterial biomass in a temperate climate alley cropping system. **Applied Soil Ecology** 12:139-147, 1999.

SHANNON, D.A. & VOGEL, W.O. The effects of alley cropping and fertilizer application on continuously cropped maize. **Tropical Agriculture**, Trinidad, 71(3):163-169, 1994.

SMUCKER, A.J.M, ELLIS, B.G & KANG, B.T. Alley cropping on an alfisol in the forest savana transition zone: root, nutrient and water dynamics. In: *Alley Farming Research and Development* (Kang et al., eds.) In: **Alley farming research and development. Alley Farming Network for Tropical Africa**; Ibadan, Nigeria, 1995.

SZOTT, L.T., PALM, C.A . & SANCHEZ, P.A. .Agroforestry in acid soils of humid tropics. **Advances in Agronomy**, Washington, 45:275-301, 1991.

TIAN, G., BRUSAARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical composition under humid tropical condition – decomposition and nutrient release. **Soil Biology and Biochemistry**, 24: 1051-1060, 1992.

VANLAUWE, B., SANGINGA, N. & MERCKX, R. Decomposition of four *Leucaena* and *Senna* prunings in alley cropping systems under sub-humid tropical conditions: the process and its modifiers. **Soil Biology Biochemistry**. 29 (2): 131-137, 1997

VAN REULER, H. & JANSSEN, B.H. Nutrient fluxes in shifting cultivation system of south-west Côte d'Ivoire. I Dry matter production, nutrient content and nutrient release after slash and burn for two vegetation. **Plant and Soil**. Amsterdam, 154, 169-177, 1993.

VON UEXKULL, H.R. & MUTERTE, E. Conversion of tropical rain forest into plantation and arable land with due attention to the ecological and economics aspects. **Plant Research and Development**, Tubingen, 32: 71-85, 1990.

WADE, M.K. & SANCHEZ, P.A. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the amazon basin. **Agronomy Journal**, Madison, 75:39-45, 1983.

XU, Z.H., MYERS, R.J.K., SAFFIGNA, P.G. et al., Nitrogen fertilizer in *leucaena* alley cropping. II. Residual value of nitrogen fertilizer and *leucaena* residues. **Fertility Research**. Dordrecht, 3:1-8, 1993.

YADVINDER-SINGH, BIJAY-SINGH E KHIND, C. S Nutrient transformations in soils amended with green manure. **Advances in Soil Science**, New York, 20:237-309, 1992.

LEGUMINOSAS ARBÓREAS COMO AGENTES DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

*Jorge Luiz de Oliveira Fortes¹;
Fabiano Carvalho Balleiro² & Avílio Antonio Franco³*

Caracterização e Ocorrências das Áreas Degradadas	101
Recuperação de áreas degradadas (RAD) com leguminosas arbóreas	104
Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas	104
Bases Teóricas que Justificam o Uso de Leguminosas no Manejo de Solos Tropicais	106
Ciclagem de Nutrientes em Ecossistemas Florestais Naturais e Revegetados	108
Contribuição da Interceptação da Chuva pelas Leguminosas	109
Entrada de Nutrientes Via Serapilheira e Estoque na Manta Orgânica	110
Considerações Finais	119
Referências Bibliográficas	121

Caracterização e Ocorrências das Áreas Degradadas

Considerada em um conceito mais amplo como adotado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, a “degradação da Terra”, envolve a degradação dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e da biodiversidade, com reflexos negativos na qualidade de vida da população afetada. Segundo MINTER (1990),

¹ Engº Agro, D.Sc., Professor Adjunto da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, São Luís, Maranhão. E-mail: jlfortes@bol.com.br;

² Engº Agro, D.Sc., Professor do Instituto Superior de Tecnologia de Paracambi – FAETEC, Paracambi, Rio de Janeiro;

³ Engº Agro, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Agrobiologia; Antiga Rodovia Rio-São Paulo, km 47, Seropédica, Rio de Janeiro

uma área se encontra degradada quando alterações drásticas destroem a flora e a fauna nativa, modifica a qualidade ou regime de vazão do sistema hídrico e a camada fértil do solo é retirada, perdida ou destruída. A degradação do solo resulta na redução da sua capacidade de exercer suas funções nos agrossistemas, principalmente devido ao uso intensivo ou inadequado, que resulta em alterações nos indicadores de qualidade do solo como compactidade, profundidade do perfil, capacidade de retenção de água, porosidade, capacidade de retenção de cátions, disponibilidade de nutrientes e respiração do solo. De acordo com CARPANEZZI *et al.*, (1990) ecossistemas que sofreram alterações com perda da cobertura vegetal e dos meios de regeneração bióticos como os bancos de sementes e de plântulas, podem ser considerados ecossistemas degradados, o que amplia enormemente as áreas a serem consideradas degradadas em estados como o Maranhão.

Dentre as principais causas da degradação estão os desmatamentos indiscriminados, os métodos de cultivos não recomendados como o uso do fogo e a utilização de equipamentos de preparo inadequados para solos de estrutura frágil como é o caso da grade aradora muito utilizada em solos do trópico úmido.

Em algumas regiões é comum a ocorrência de áreas degradadas formadas por uso intensivo, erosão, áreas de empréstimo, depósito de resíduos ou rejeitos industriais (refino de bauxita, fabricação de ferro gusa, fabricação de aço, fertilizantes), jazidas de mineração (areia, bauxita, cassiterita, caulim, granito, hematita, mármore, ouro, granito), dentre outros. Em cada situação, os prejuízos para o ecossistema podem ser diferentes, como: perda de solo, contaminação de mananciais e do ar, desmoronamento de encostas em estradas e cidades, poluição do solo por produtos tóxicos, assoreamento de rios e outros cursos d'água. Entretanto, pode-se dizer que os maiores prejuízos e os mais comuns estão associados à perda ou contaminação da camada superficial do solo e conseqüentemente da matéria orgânica existente nessa camada.

Nos trópicos há aproximadamente 650 milhões de hectares cultivados e cerca de 2 bilhões de hectares em avançado estágio de degradação (JESUS, 1994). Segundo estudos do PNUMA, somente a América do Sul possui 244 milhões de hectares de solo degradado, sendo o desmatamento responsável por 41%, o superpastejo por 27,9%, as atividades agrícolas por 26,2% e a exploração intensiva da

vegetação por 4,9% (DIAS *et al.*, 1998). Na bacia Amazônica aproximadamente 39 milhões de hectares ou 8% dos solos são caracterizados como de alta erodibilidade (SANCHEZ *et al.*, 1982), o que significa que na utilização destas áreas deve ser considerada sua fragilidade se forem obedecidos os princípios de uso sustentável. No trópico úmido brasileiro, predomina a agricultura de derrubada e queima, modelo de exploração tradicionalmente praticado, pela maioria dos agricultores, que pelo seu caráter migratório, implica em aberturas permanente de novas áreas, o que segundo YARED, (1990) é responsável pelo desmatamento de 300 mil ha.ano⁻¹, na região. Estimativas de VEIGA *et al.*, (1990) citado por DIAS *et al.*, (1998), indicaram que aproximadamente 17,5 milhões de hectares de florestas na Amazônia são transformadas em pastagens, cerca de 50%, foram degradadas ou estão em avançado estado de degradação.

No Maranhão grandes áreas podem ser consideradas degradadas seja pelo critério de alteração da estrutura vegetal como discutido no capítulo sobre vegetação deste livro, seja pelas alterações nos indicadores da qualidade do solo. Entre as principais causas da degradação do ambiente no Maranhão devem ser consideradas a ausência de alternativas tecnológicas ao sistema de corte e queima e o caráter predatório da exploração das áreas destinadas às pastagens. Todas essas causas estão associadas e são potencializadas pela natureza dos solos predominantemente derivados de arenitos, e ao regime pluviométrico que oferece uma enorme quantidade de água capaz de “lavar” e erodir mesmos os solos mais resistentes, como se discutiu no primeiro capítulo.



Figura 1. Área degradada no município de Bacabeira – MA.

Recuperação de áreas degradadas (RAD) com leguminosas arbóreas

Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas

O conhecimento de que leguminosas podem melhorar a fertilidade do solo vem da cultura egípcia e romana e a descoberta que esta melhoria se deve à incorporação de nitrogênio do ar ao solo aconteceu entre o final do século dezenove e início do século vinte (FRED *et al.*, 1932).

Em muitas áreas degradadas o que encontramos não é mais solo, mas somente uma matriz de material mineral, de pobre estrutura física, com pouca ou nenhuma matéria orgânica, e nutrientes em baixa disponibilidade para as plantas. Se uma cobertura vegetal pode ser estabelecida, iniciará o processo de recuperação por meio das alterações químicas, físicas e biológicas do solo, promovidas pela atividade rizosférica das raízes. Desta forma, o estabelecimento de plantas em áreas degradadas promove o incremento de C ao solo via queda de serapilheira, favorecendo a ação de microrganismos que irão contribuir para a formação de simbioses radiculares, que resultarão na melhoria do estado nutricional e tolerância da planta hospedeira às condições de estresse a que estiver submetida (AWOTOYE *et al.*, 1992; SANTOS *et al.*, 1994; SIQUEIRA, 1994). A acumulação e a ciclagem do N, são os mais importantes fatores para o desenvolvimento de vegetação em áreas degradadas em colonização natural ou artificial (COPPIN & BRADSHAW, 1982).

O processo natural de estabelecimento de vegetação demanda muito tempo, entretanto este processo poderá ser acelerado pela intervenção do homem, com correção da fertilidade e revegetação das áreas com uso de espécies adaptadas às condições de estresse e que tenham maior capacidade em promover a ciclagem de nutrientes, de forma a necessitar de menor adição de nutrientes na forma de fertilizantes minerais. A escolha das espécies, no entanto, está diretamente relacionada com a natureza química (acidez, alcalinidade, salinidade, sodicidade, oxidade), física (textura, estrutura, drenagem, erodibilidade) e biológica (matéria orgânica, atividade biológica, desequilíbrio populacional, falta de inóculos) do substrato ou solo, com o clima da região e com a função ecológica a que se destina a área em

processo de revegetação.

O plantio de árvores pode favorecer a melhoria do substrato sobre o qual se desenvolvem (FISHER, 1990), principalmente porque muitas espécies podem aumentar o conteúdo de N do solo, pela fixação do N_2 da atmosfera e por meio da associação simbiótica com bactérias diazotróficas. A fixação biológica de nitrogênio é um fenômeno que ocorre em todo ecossistema sendo da maior importância para a agricultura. Quando em simbiose, a fixação de N_2 é dependente da relação entre espécie hospedeira e rizóbio, no entanto, pode ser limitada por fatores como pH do solo, toxidez de alumínio, manganês, deficiência de cálcio, fósforo, molibidênio, estresse hídrico ou temperaturas elevadas (SIQUEIRA & FRANCO 1988; BORDELEAU & PRÉVOST, 1994). O sistema radicular das espécies arbóreas lhes permite, ainda, absorver e acumular nutrientes de um grande volume de solo o qual será retornado ou redistribuído por toda a superfície via material formador de serapilheira, aumentando sua fertilidade. O aumento da matéria orgânica também poderá ser obtido, proporcionando a melhoria das condições físico-químicas e biológicas do solo.

Muitas espécies de plantas, particularmente arbóreas, possuem a capacidade de se associarem com fungos. Esta associação simbiótica forma uma bainha em volta da raiz (ectomicorrizas) ou penetra na raiz formando hifas que se expandem no solo (endomicorrizas), aumentando efetivamente a superfície da raiz possibilitando a exploração de um maior volume de solo pela planta. A infecção por fungos micorrízicos é particularmente importante em substratos/solos de baixa fertilidade, e particularmente quando deficiente em fósforo (COPPIN & BRADSHAW, 1982).

A capacidade em fixar N_2 atmosférico das espécies leguminosas por meio da associação simbiótica com rizóbio e a efetividade em associar-se a fungos micorrízicos, aumenta a capacidade das plantas em se estabelecer em condições de solos pobres, principalmente em fósforo (MONTEIRO, 1990). A família das leguminosas com um total de 19.700 espécies (POLHILL, 1994), têm na sua grande maioria, espécies representadas por árvores, sendo arbóreas 97% das espécies da sub-família das Caesalpinioideae, 95% das Mimosoideae e 38% das Papilionoideae (DÖBEREINER, 1984). Estudos para identificação da ocorrência de nódulos em espécies leguminosas têm permitido conhecer melhor a capacidade nodulífera dessas plantas e o seu potencial de uso. No total da família Leguminosae, 57% dos gêneros e 20%

das espécies têm sido examinadas quanto a capacidade de nodulação (FARIA *et al.*, 1989). A sub-família Caesalpinioideae apresenta o menor número de espécies nodulantes (24% das avaliadas), enquanto que aquelas das sub-famílias Mimosoideae e Papilionoideae a nodulação ocorre em 90% e 96% das espécies examinadas, respectivamente (FARIA *et al.*, 1999).

A utilização de leguminosas fixadoras de N_2 em processos de recuperação de áreas degradadas pode promover a melhoria dos indicadores de qualidade do solo por meio do aumento dos níveis de matéria orgânica e N, sendo uma alternativa promissora ao manejo de áreas com baixo poder de resiliência SIQUEIRA, 1994; FRANCO *et al.*, 1992).

Bases Teóricas que Justificam o Uso de Leguminosas no Manejo de Solos Tropicais

A grande maioria dos nutrientes essenciais às plantas tem como principal fonte a matéria orgânica do solo, principalmente em solos altamente intemperizados como aqueles encontrados no trópico úmido. O nitrogênio, porém, é o nutriente de maior requerimento pelos diferentes sistemas produtivos e por isso dominam o mercado de fertilizantes no Brasil (YAMADA & LOPES, 1999) e no mundo (FAO, 1998).

Em áreas degradadas, onde o teor de matéria orgânica do solo pode ser nulo (FRANCO *et al.* 1994; DIAS *et al.*, 1998), o crescimento satisfatório das plantas só é possível com a adição de grandes quantidades de material orgânico, adição freqüente de adubos nitrogenados ou, alternativamente, usando a fonte inesgotável de nitrogênio que existe na atmosfera (79%) e que pode ser disponibilizada de forma contínua e equilibrada às plantas por meio da fixação biológica de N_2 (FBN). Mas para que isto aconteça é necessário que os demais nutrientes sejam ofertados de forma equilibrada e que os outros fatores restritivos ao crescimento das plantas sejam excluídos ou atenuados ao máximo (FRANCO & NEVES, 1992).

O uso de leguminosas arbóreas fixadoras de N_2 como agentes condicionadores do solo, seguem os mesmos preceitos da adubação verde, porém com algumas vantagens sobre as espécies herbáceas, geralmente usadas como adubos verdes, oriundas de características advindas do porte, hábito de crescimento e desenvolvimento perene. Ou seja, com exceção da textura do solo ou substrato, que é bastante

estável, as demais propriedades ou características físicas potencialmente afetadas pela incorporação da matéria orgânica, são: estabilidade dos agregados, compactidade, densidade global, porosidade, capacidade de retenção de umidade e taxa de infiltração de água (LEITE & MEDINA, 1984; CASTRO FILHO *et al.*, 1998). Além dos efeitos sobre as propriedades físicas do solo, a incorporação de resíduos vegetais com relação C/N baixa reflete-se sobre o aumento do estoque de Carbono (SISTI *et al.*, 2003), intensificação da ciclagem de nutrientes (BRINKLEY *et al.*, 1992; FROUFE, 1999), aumento da biomassa microbiana do solo (REIS *et al.*, 1990) e, conseqüentemente da fertilidade desse substrato. Estas espécies contribuem, ainda, com o ciclo biogeoquímico de nutrientes pela capacidade de aquisição de nutrientes em profundidade. Para os agricultores, as espécies arbóreas podem, ao final de alguns anos gerar recursos econômicos e de certa forma cobrir parte dos investimentos de plantio e cuidados agrônômicos até o estabelecimento das plantas.

Em solos ou substratos com predominância de minerais em fase final de intemperização (óxidos e hidróxidos de Fe e Al), como os formados a partir da remoção da camada superficial para construção de barragens ou estradas (áreas de empréstimo), ou oriundas da lavagem da bauxita (DIAS *et al.*, 1994; FRANCO *et al.*, 1996; DIAS *et al.*, 1998; COSTA, 1998a), a matéria orgânica aplicada na cova de plantio ou introduzida com o tempo por meio da deposição e mineralização da serapilheira, atua reduzindo a adsorção de fosfato via competição dos ácidos orgânicos por sítios de adsorção (NOVAIS & SMYTH, 1998).

O fósforo, além de pouco disponível na maioria dos solos tropicais e ter a sua disponibilidade associada à matéria orgânica e à atividade biológica do solo, é o principal nutriente limitante a produção de biomassa nos sistemas naturais e da FBN nos trópicos (PEOPLES & CRASWELL, 1992). A sua disponibilidade também é problemática em longo prazo principalmente em áreas de recuperação, onde a possibilidade de grandes investimentos é reduzida ou inexistente e os solos altamente intemperizados com alta capacidade de adsorção de fosfatos (ALVAREZ V. *et al.*, 2000). A maior eficiência de absorção/captação de P em solos das regiões tropicais úmidas pode ser conseguida em condições de alta disponibilidade de matéria orgânica e por meio da simbiose que a maioria das espécies vegetais formam com fungos micorrízicos (SIQUEIRA & FRANCO, 1988, SIQUEIRA, 1996; SAGGIN JUNIOR & LOVATO, 1999). As leguminosas tropicais em sua maioria

nodulam e fixam nitrogênio atmosférico (FARIA *et al.*, 1999) e quase todas as espécies testadas se associam a fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (SIQUEIRA, 1996). Algumas espécies de leguminosas apresentam grande dependência aos fungos micorrízicos, inclusive para a nodulação, estabelecimento da simbiose com rizóbio e o crescimento das plantas (MONTEIRO, 1990; SIQUEIRA, 1996; SAGGIN JÚNIOR & LOVATO, 1999).

Com essas propriedades as plantas noduladas e micorrizadas adquirem maior capacidade de absorção de nutrientes, se tornando mais tolerantes aos estresses ambientais (AWOTOYE *et al.*, 1992; SANTOS *et al.*, 1994; SOUZA & SILVA, 1999; FRANCO & FARIA, 1997) e incorporando quantidades significativas de C e N ao solo. Desta forma, espécies que formam estas simbiose são indicadas para aumentar a matéria orgânica do sistema em condições de baixa fertilidade (FRANCO *et al.*, 1992; REDENTE *et al.*, 1993). Tem sido observado, por exemplo, aumento na taxa de sobrevivência de plantas não-fixadoras quando plantadas em consórcio com leguminosas em plantios florestais, no Hawai (DEBELL *et al.*, 1997).

Ciclagem de Nutrientes em Ecossistemas Florestais Naturais e Revegetados

Os nutrientes requeridos para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas são oriundos da intemperização dos minerais do solo; adição de fertilizantes; deposição atmosférica (deposição úmida e seca) e por meio da decomposição dos tecidos das plantas por meio da biota do solo e liberação de nutrientes que serão reciclados. Em ambientes florestais a ciclagem de nutrientes pode ser descrita pelos ciclos geoquímico e biológico de nutrientes. Enquanto o geoquímico contempla as entradas (precipitação, intemperismo, fixação biológica de N e fertilização) e saídas (volatilização, lixiviação, erosão, queima e exploração florestal) de nutrientes, o biológico envolve as transferências dentro do ecossistema. Devido à ausência de minerais primários e secundários na grande maioria dos solos tropicais (onde predominam os oxidróxidos de Fe e Al) e, principalmente em substratos oriundos de degradação ambiental, como em áreas de mineração, o intemperismo não representa fonte significativa de nutrientes a esses ambientes, por isso a discussão posterior se fará dentro daqueles fatores de maior contribuição a ciclagem de nutrientes nesses sistemas,

sendo ênfase dada a entrada de nutrientes via FBN, precipitação e interceptação e via serapilheira.

Contribuição da Interceptação da Chuva pelas Leguminosas

A qualidade da água das chuvas guarda íntima relação com a composição química do ar atmosférico, por isso é comum encontramos variações significativas na deposição de nutrientes em diferentes localidades associadas à proximidade do mar, de zonas industriais, áreas sob influência de queimadas, atividade vulcânica e outros (GOLLEY *et al.*, 1978; LIMA *et al.*, 1979; HELLMAN *et al.*, 1982; SILVA FILHO, 1985; POMPÉIA, 1998).

A interceptação e a retenção da água da chuva pela copa das árvores varia com a intensidade de cada evento (SANT'ANA e CASTRO, 1983; CALDER, 1998) e estrutura do plantio (LEITE, 1996; BALIEIRO, 1999), afetando assim o regime hídrico do solo (LEITE *et al.*, 1999), a distribuição de nutrientes incidentes a ele (GESPER e HOLOWAYCHUK, 1971), a decomposição da serapilheira (JOHNSON *et al.*, 1982; LEITE, 1996) e conseqüentemente, a ciclagem de nutrientes desses ambientes. Com a interceptação da chuva pela copa das árvores, a qualidade de água é modificada, com adições pela lixiviação/lavagem das copas e do tronco e subtração de nutrientes pela própria absorção de nutrientes pelas copas (ANDRADE *et al.*, 1995).

Avaliando o efeito da interceptação das chuvas por plantios adultos de *Acacia mangium* Willd, *Pseudosamanea guachapele* Dugand (leguminosas fixadoras de N₂) e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden sobre a quantidade e qualidade da água de precipitação que incide em um Planossolo, BALIEIRO (1999) observou uma elevada capacidade da *A. mangium* em direcionar a água das chuvas para seu tronco (cerca de 33,4% da precipitação incidente) e uma grande capacidade da leguminosa *P. guachapele* em diminuir a acidez da água de precipitação (de 4,3 para 5,7) e aumentar a quantidade de N-NH₄⁺ na água da chuva.

Entrada de Nutrientes Via Serapilheira e Estoque na Manta Orgânica

A médio e longo prazo, a quantidade de serapilheira depositada por determinada espécie ou floresta segue o mesmo padrão de produção líquida de biomassa (PLB). A eficiência de conversão de CO₂ em biomassa de espécies florestais é variável, segundo CANNEL (1989) com fatores como a geometria da terra, a taxa de difusão de CO₂ para o cloroplasto, a capacidade de interceptação da radiação incidente (I_o) pela copa, taxa de respiração e a proporção dos diferentes componentes de parte aérea.

Há, porém, uma tendência da PLB aumentar com a redução da latitude. Isso porque há uma maior incidência de radiação (global), maior evaporação e transpiração e conseqüentemente maior formação de nuvens e maior índices pluviométricos nas regiões tropicais (OMETTO, 1981). A diminuição de déficit de saturação de vapor nessas regiões aumenta a condutância estomática e a taxa de fixação de carbono pelas espécies vegetais (SANDS & MULLIGAN, 1990; NOVAIS E BARROS, 1997; WHITEHEAD, 1998).

A produção de serapilheira é também incluída na determinação da PLB e seu estudo se reveste de extrema importância, pois a matéria orgânica depositada sobre o solo representa parcela significativa das reservas de nutrientes às plantas, principalmente em áreas onde houve a perda ou deterioração da camada superficial do solo, como ocorre muito freqüentemente quando se expõe esta camada aos rigores da insolação tropical ou em áreas de mineração, construção de barragens, estradas e de deslizamentos. Nos plantios florestais, a intensificação no ciclo bioquímico e biogeoquímico de nutrientes, se inicia quando as copas se tocam, pois a competição pelos recursos disponíveis (luz, água e nutrientes) passa também a se intensificar.

A razão de decomposição e ciclagem de nutrientes é determinada pela relação da entrada para o solo de tecidos de plantas mortas, a natureza físico-química do material (origem, qualidade e disponibilidade), fatores abióticos (temperatura e umidade), e a comunidade decompositora disponível (LEE & PANKHURST, 1992). A biologia do solo, portanto, é de grande importância, nesse processo, podendo ser usada para interferir na ciclagem dos nutrientes, principalmente carbono, nitrogênio e fósforo (FRANCO & DÖBEREINER, 1994). Em condições naturais 85 - 98% do N do solo encontra-se ligado à matéria

orgânica, sendo esta, a principal fonte de N para a nutrição das plantas, principalmente em áreas onde o uso de adubo nitrogenado é baixo (URQUIAGA *et al.*, 1993).

A quantidade e, principalmente, a qualidade do material depositado sobre o solo/substrato, é função de fatores genéticos, estruturais, idade do plantio e variáveis climáticas (MILLER, 1984; LEITE, 1996; GARG, 1997; FROUFE, 1997; COSTA, 1997). Porém, é a fertilidade do sítio ou do substrato de crescimento das plantas que realmente determinará essas duas variáveis (quantidade e qualidade) (REIS & BARROS, 1990; NEGI & SHARMA, 1996). Em áreas de baixa fertilidade, é natural que as espécies utilizem mais eficientemente os nutrientes disponíveis, do que em áreas onde a disponibilidade deles é alta, por isso é comum se encontrar grandes quantidades de nutrientes associadas à queda de serapilheira em áreas sem estresses ambientais (Quadro 1). É comprovado, no entanto, que em condições de déficit hídrico, esse raciocínio não é verdadeiro, pois o déficit hídrico induz ao fechamento dos estômatos e conseqüentemente na redução da fixação de carbono, ou seja, a planta não consegue expressar seu potencial de crescimento e de eficiência reprodutiva (NOVAIS & BARROS, 1997).

Quadro 1. Aporte anual de nutrientes (kg.ha⁻¹.ano⁻¹) via material formador de serapilheira em áreas com e sem estresses nutricionais.

ESPÉCIE	ÁREA	IDADE	MASSA	N P K Ca Mg Fonte					
				anos		kg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹			
Leguminosas fixadoras em áreas sob estresses									
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Empréstimo	10	11.200	170	7	31	190	40	1
<i>M. caesalpiniiifolia</i> + <i>Gliricidia sepium</i>	Empréstimo	10		100	4	18	110	25	1
<i>Gliricidia sepium</i>	Empréstimo	10	5.700	100	4	18	100	32	1
<i>Acacia auriculiformis</i>	Empréstimo	10	6.900	110	5	19	120	29	1
<i>M. caesalpiniiifolia</i> / <i>A. auriculiformis</i>	Empréstimo	10		130	5	24	150	29	1
<i>M. caesalpiniiifolia</i>	Residuo bauxita	3	9.727	198	-	-	-	-	2
<i>M. acutistipula</i>	Residuo bauxita	3	9.221	197	-	-	-	-	2
<i>Acacia, mangium</i>	Residuo bauxita	3	10.376	195	-	-	-	-	2
<i>A. farnesiana</i> D1 ^a	Solo sódico	5	3.950 ^b	54 ^b	6 ^b	25 ^b	45 ^b	28 ^b	3
<i>A. farnesiana</i> D2	Solo sódico	5	5.420 ^b	75 ^b	7 ^b	44 ^b	65 ^b	37 ^b	3
<i>A. farnesiana</i> D3	Solo sódico	5	5.900 ^b	77 ^b	7 ^b	60 ^b	68 ^b	44 ^b	3
<i>A. nilotica</i> sub. sp. <i>cupressiformis</i> D1	Solo sódico	5	6.750 ^b	105 ^b	10 ^b	22 ^b	70 ^b	53 ^b	3
<i>A. nilotica</i> sub. Sp. <i>cupressiformis</i> D2	Solo sódico	5	6.660 ^b	91 ^b	9 ^b	21 ^b	71 ^b	47 ^b	3
<i>A. nilotica</i> sub. Sp. <i>cupressiformis</i> D3	Solo sódico	5	7.330 ^b	90 ^b	11 ^b	24 ^b	79 ^b	61 ^b	3
<i>A. auriculiformis</i>	Corte de estrada	5	5.007	79	5	19	40	34	4
Leguminosas fixadoras em áreas sem estresse									
<i>A. mangium</i>	Planossolo	4	10.155	211	12	28	80	24	5
<i>A. holosericea</i>	Planossolo	4	9.062	149	6	20	83	17	5
<i>M. caesalpiniiifolia</i>	Planossolo	4	9.132	147	4	21	60	11	5
<i>Pseudosamanea</i> <i>guachapele</i>	Planossolo	5	7.968	132	7	34	119	51	6
<i>P. guachapele</i> + <i>E. grandis</i>	Planossolo	5	7.653	80	5	20	71	20	6
<i>A. mangium</i>	Planossolo	5	12.854	165	6	57	96	23	6
Floresta ou plantio de não fixadoras em áreas com e sem estresse									
<i>Eucalyptus grandis</i>	Planossolo	5	9.903	40	6	29	84	21	6
<i>Cassia siamea</i> D1	Solo sódico	5	2.800 ^b	22 ^b	4 ^b	10 ^b	24 ^b	24 ^b	3
<i>C. siamea</i> D2	Solo sódico	5	3.230 ^b	28 ^b	5 ^b	23 ^b	28 ^b	27 ^b	3
<i>C. siamea</i> D3	Solo sódico	5	3.790 ^b	34 ^b	5 ^b	14 ^b	30 ^b	32 ^b	3
<i>Floresta tropical úmida</i> - Panamá		Climax	11.350	-	9	129	240	22	7
<i>Floresta baixo montana</i> - Panamá	Vários mat. orig.	Climax	10.480	-	3	91	98	33	7

^a D1 = densidade de plantio igual a 10.000 árvores.ha⁻¹; D2 = igual a 20.000 árvores.ha⁻¹; D3 = igual a 30.000 árvores.ha⁻¹; ^b Estimativas baseadas apenas nos valores referente a folhas; ^c Material decíduo; ^d Valores referentes a queda de folhas; Fontes: 1. COSTA (1998); 2. FORTES (2000); 3. GARG (1997); 4. REDDY & SUGGUR (1992); 5 ANDRADE et al. (2000); 6. FROUFE (1999); 7. GOLEY et al.(1978).

A introdução de espécies leguminosas arbóreas aos sistemas agrícolas, pastoril ou mesmo florestal (em consorciamento) tem sido intensamente estudado (BRINKLEY *et al.*, 1992; DEBELL *et al.* 1997; KASS *et al.* 1997; DOMMERGUES *et al.*, 1999; FROUFE, 1999; FRANCO & BALIEIRO, 2000; BALIEIRO *et al.* 2002a), pois quantidades significativas de N podem ser adicionadas a esses sistemas (Quadro 1), representando intensificação na ciclagem dos demais nutrientes. Em sistemas florestais BRINKLEY *et al.* (1997), por exemplo, detectaram produção total de biomassa de parte aérea de plantios mistos de *Eucalyptus saligna* Sm. e *Albizia falcataria* (L.) Foresberg, com 50 e 66% da leguminosa nesse plantio, superior em 30 e 46% da biomassa produzida por plantios puros de eucalipto fertilizado. BALIEIRO *et al.* (2002a), em avaliação no sudeste brasileiro verificaram aumento da eficiência de uso de nutrientes pelo *E. grandis* W. Hill ex Maiden em plantios consorciados com *Pseudosamanea guachapele* Kunth (Harms), sem perda de produtividade. Tais resultados podem ser atribuídos as características diferenciadas de crescimento entre as espécies, uma vez que foi observada a dominância do eucalipto sob a *P. guachapele*, e a intensificação na mineralização do material aportado nesse sistema em função de sua natureza mais rica (FROUFE *et al.*, 1999; BALIEIRO *et al.*, 2002b).

Uma importante entrada de nutrientes nos diversos ecossistemas tropicais e que irá promover a formação de um reservatório de nitrogênio para reciclagem no ambiente, é a fixação biológica de N₂ (Quadro 2).

A contribuição do material formador de serapilheira e fornecedor de N depositados pelas plantas em áreas degradadas é fundamental para a atividade dos microrganismos e conseqüentemente a recuperação da área. POGGIANI *et al.*, (1982) utilizando *Mimosa scabrella* na recuperação de solo degradado pela exploração de xisto betuminoso, verificou após quatro anos do plantio, aumento considerável nos teores de nitrogênio, carbono orgânico, magnésio e cálcio na camada superficial do solo.

A maior capacidade de algumas espécies de leguminosas arbóreas como *Acacia mangium* e *Mimosa caesalpiniiifolia* no fornecimento de serapilheira e nutrientes, em comparação com outros ambientes florestais (Quadro 3) evidencia o potencial de utilização dessas espécies em programas de revegetação para reabilitação de áreas. ANDRADE *et al.*, (1995), encontraram valores de 7; 7,5 e 11 t.ha⁻¹ de

serapilheira para *M. caesalpinifolia*, *A. mangium* e *A. holosericea*, respectivamente, com 8 meses de plantio. O N-total acumulado no período foi de 111; 95 e 117 kg.ha⁻¹ respectivamente, não acompanhando a produção de serapilheira. O N acumulado foi influenciado pela qualidade do material depositado. O teor de N da serapilheira foi de 1,58; 1,32 e 1,15% respectivamente. Isso foi confirmado por ANDRADE *et al.*, (1996), aplicando doses iguais de serapilheira de *M. caesalpinifolia*, *A. mangium* e *A. holosericea* em vasos com terra fina seca ao ar (TFSA). Os valores de N mineral do solo após incubação com a serapilheira das leguminosas, foram maiores nos tratamentos com *M. caesalpinifolia*, *A. mangium* e *A. holosericea*, respectivamente. COSTA *et al.*, (1996), no entanto, contabilizaram uma maior deposição de serapilheira por *A. mangium* após 6 anos de plantio, 9 t.ha⁻¹.ano⁻¹, acumulando na serapilheira 134; 2,3; 21,4; 60 e 12,4 kg.ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente

Quadro 2. Estimativa da FBN em leguminosas arbóreas tropicais.

Espécies	Local	Kg N.ha ⁻¹	Período
<i>Acacia auriculiformes</i>	Congo	141	12 meses
<i>A. caven</i>	Chile	9,1	12 meses
<i>A. holosericea</i>	Austrália	19	12 meses
<i>A. holosericea</i>	Senegal	36 – 108	12 meses
<i>A. mangium</i>	Congo	120	12 meses
<i>A. mearnsii</i>	África do Sul	200	12 meses
<i>A. melanoxylon</i>	Austrália	< 1	27 meses
<i>A. mucronata</i>	Austrália	< 1	27 meses
<i>A. pennatula</i>	México	34	12 meses
<i>A. pulchella</i>	Austrália	2	12 meses
<i>Albizia lebbbeck</i>	Nigéria	94	12 meses
<i>Aeschynomene afraspera</i>	Filipinas	143	56 dias
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Austrália	76	10 meses
<i>Chamaecytisus proliferus</i>	Chile	81	12 meses
<i>Gliricidia sepium</i>	Austrália	99	90 dias
<i>G. sepium</i>	México	13	12 meses
<i>G. sepium</i>	Sri Lanka	87 – 308	9 meses
<i>G. sepium</i>	Nigéria	108	12 meses
<i>Inga jinicuil</i>	México	35	12 meses
<i>Leucaena leucocephala</i>	Porto Rico	51 – 71	12 meses
<i>L. leucocephala</i>	Porto Rico	103	12 meses
<i>L. leucocephala</i>	Nigéria	133	6 meses
<i>L. leucocephala</i>	Nigéria	304	12 meses
<i>L. leucocephala</i>	Malásia	182 – 231	3 meses
<i>L. leucocephala</i>	Tanzânia	110	12 meses
<i>Prosopis alba</i>	Chile	1,8	12 meses
<i>P. chilensis</i>	Chile	2	12 meses
<i>P. glandulosa</i>	Califórnia	40	12 meses
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Áustria	110	12 meses

Fonte: Adaptado de DANSO *et al.*, (1992); PEOPLES & CRASWELL, (1992); OVALLE *et al.*, (1996); DAKORA & KEYA (1997); DOMMERGUES *et al.*, (1999).

Segundo DIAS *et al.*, (1994), *A. mangium* e *Eucalyptus pellita*, após 9 anos de cultivo em solo degradado pela extração de bauxita, apresentaram 7,8 e 4,7 t.ha⁻¹, respectivamente, de material vegetal depositado sobre o solo, acumulando 1,37; 4,90; 29,43; 5,46 e 94,47

kg.ha⁻¹ de P, K, Ca, Mg e N para *A. mangium* e 0,56; 2,75; 45,86; 4,86 e 27,45 kg.ha⁻¹ para *E. pellita*. O material fornecido pela *A. mangium* apresentou uma menor relação C/N. Nota-se que a produção de serapilheira e a quantidade de nutrientes que retorna ao solo pode variar em função do local, das condições em que a planta é submetida e da espécie estabelecida.

Quadro 3. Estoque de nutrientes (kg.ha⁻¹) na manta orgânica de alguns povoamentos florestais sob condições de áreas degradadas ou não.

ESPÉCIE	ÁREA	IDADE	MASSA	N	P	K	Ca	Mg	Fonte
		anos		kg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹					
Leguminosas fixadoras em áreas sob estresses									
<i>Acacia mangium</i>	Rejeito bauxita	8	7.845	94	1	5	29	6	1
<i>Eucalyptus pellita</i>	Rejeito bauxita	8	4.664	27	1	3	46	5	1
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Empréstimo	10	13.000	220	6	12	42	23	2
<i>M. caesalpiniiifolia</i> + <i>Gliricidia sepium</i>	Empréstimo	10	11.100	130	5	12	43	18	2
<i>Gliricidia sepium</i>	Empréstimo	10	11.500	160	6	11	48	31	2
<i>Acacia auriculiformis</i>	Empréstimo	10	12.300	220	7	16	-	31	2
<i>M. caesalpiniiifolia</i> / <i>A. auriculiformis</i>	Empréstimo	10	8.900	140	5	10	44	23	2
Leguminosas em áreas sem estresse									
<i>A. mangium</i>	Planossolo	4	13.635	251	8	25	95	26	3
<i>A. holosericea</i>	Planossolo	4	8.725	185	7	12	92	23	3
<i>M. caesalpiniiifolia</i>	Planossolo	4	8.299	185	7	15	77	24	3
<i>A. mangium</i>	Planossolo	5	12.740	258	6	15	103	23	4
<i>Pseudosamanea</i> <i>guachapele</i>	Planossolo	5	7.260	184	7	8	101	17	4
Não fixadoras em áreas com e sem estresse									
<i>Eucalyptus grandis</i>	Planossolo	5	9.540	117	6	9	94	13	4
<i>Eucalyptus grandis</i> D4	LVA álico	2,6	3.710	-	1	10	71	10	5
<i>Eucalyptus grandis</i> D5	LVA álico	2,6	6.530	-	2	88	88	10	5
<i>Eucalyptus grandis</i> D6	LVA álico	2,6	7.360	-	3	14	95	16	5
<i>Pinus caribea</i>		26		187	9	46	102	37	6
<i>P. elliotii</i>		26		166	8	45	118	39	6
<i>Khaya nysica</i>		26		126	4	23	104	25	6
<i>E. saligna</i>		25		91	3	26	156	28	6
<i>Terminalia ivorensis</i>		23		55	2	15	84	17	6
<i>Hernandia sonora</i>		26		92	6	16	37	19	6

^a Alguns arredondamentos foram feitos para igualar o número de decimais dos trabalhos; ^a D1 = densidade de plantio igual a 10.000 árvores.ha⁻¹; D2 = igual a 20.000 árvores.ha⁻¹; D3 = igual a 30.000 árvores.ha⁻¹; D4 = 500 árvores.ha⁻¹; D5 = 1.666 árvores.ha⁻¹; D6 = 5.000 árvores.ha⁻¹; ^b Estimativas baseadas apenas nos valores referentes as folhas; Fontes: 1. DIAS *et al.* (1994); 2. COSTA (1998); 3. ANDRADE *et al.* (2000); 4. BALIEIRO *et al.* (1998); 5. LEITE *et al.* (1998); 6. LUGO *et al.* (1990).

MAFRA *et al.*, (1996), obtiveram produção de 2.337 kg.ha⁻¹ de serapilheira de *Leucaena leucocephala* em cultivo em aléias fornecendo um aporte de 58,2; 4,2; 14,3; 33,5 e 10,2 kg.ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg respectivamente, o que demonstra o potencial dessa espécie como fornecedora de nutrientes para o sistema. FRANCO *et al.*, (1992) em vários trabalhos de revegetação de áreas onde a camada superficial do solo foi removida, verificou ótimos resultados com *M. caesalpiniiifolia*, *A. mangium* e *A. holosericea*, obtendo total recobrimento das áreas no primeiro ano de plantio. Estes resultados demonstram a grande capacidade dessas espécies como fornecedora de matéria orgânica para o solo. FROUFE (1999) quantificou no Estado do Rio de Janeiro a deposição de 12,8 t.ha⁻¹ de serapilheira em plantio de *A. mangium* e 9,9 t.ha⁻¹ para *Eucalyptus grandis* na mesma área, e a qualidade do material quanto à concentração de nutrientes foi maior na serapilheira de acácia em relação ao eucalipto. Em plantio de *A. mangium* na Austrália, HALENDA (1989), obteve produção de 6,5 t.ha⁻¹ de serapilheira contendo 88; 1,3; 19,6; 53,8 e 9,5 kg.ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. SUASSUNA (1982), relatou que a produção de serapilheira de *M. caesalpiniiifolia* no Estado de Pernambuco, foi equivalente a 5,8 t.ha⁻¹ contendo 1,3; 17; 21 e 5,6 kg.ha⁻¹ de P, K, Ca e Mg respectivamente.

A quantidade de material existente sobre o solo (Quadro 3) de determinado plantio, é função da taxa de entrada e de decomposição desse resíduo. Vários fatores podem regular a taxa de mineralização de resíduos vegetais no solo, sendo o teor de N dos mesmos, o fator que mais se relaciona com esse fenômeno (LUGO *et al.* 1990; CONSTANTINIDES & FOWNES, 1994; BRIONES & INESON, 1996). A relação C/N aparece na literatura como fator "chave" na suscetibilidade do material à mineralização (FASSBENDER, 1987), porém, outros preditores do fenômeno estão sendo citados nos estudos da decomposição de resíduos vegetais no solo. LUPWAYI & HAQUE (1998) avaliaram a mineralização de N de folhas de três genótipos de *Sesbania sesban* (ILCA 15036, 15019 e 10865), um de *S. goetzei* (ILCA 15007) e duas espécies de leucena (*Leucaena leucocephala* ILCA 71 e *L. pallida* ILCA 14203) e detectaram correlação negativa da mineralização de N com os teores de hemicelulose e com a relação hemicelulose: N dos resíduos adicionados ao solo. CONSTANTINIDES & FOWNES (1994), por outro lado, trabalhando com folhas coletadas na serapilheira e folhas verdes de diversas es-

pécies de leguminosas arbóreas fixadoras de N_2 -atmosférico (*Acacia auriculiformis*, *Calliandra calothyrsus*, *Cassia siamea*, *Gliricidia sepium*, *Inga edulis*, *Arachis hypogaea*, *Leucaena leucocephala* e *Sesbania sesban*) e não leguminosas (*Azadirachta indica*, *Casuarina equisetifolia*, *Cocos nucifera* e *Eucalyptus camaldulensis*) encontraram correlações negativas altamente significativas para o N mineralizado com a concentração inicial de P, com as relações lignina:N e (lignina+polifenol):N. Correlações mais "fracas" foram encontradas para polifenol:N. Ao contrário do observado pelo autores citados anteriormente (CONSTANTINIDES & FOWNES, 1994; OGLESBY & FOWNES, 1992) concluíram que o melhor índice para caracterizar a liberação de N de resíduos de sete leguminosas arbóreas seria a relação polifenóis:N. Essa divergência de resultados é atribuída as diferenças de maturidade dos materiais usados. Folhas verdes tendem a possuir teores de polifenóis superiores que folhas senescentes ou já depositadas no solo (PALM & SANCHEZ, 1991). Por isso, ao incluir tanto folhas verdes como folhas da manta orgânica na análise de correlação, CONSTANTINIDES & FOWNES (1994) encontraram valores baixos de r ($r=-0,13$, para polifenóis e $r=-0,37$ para polifenóis:N) e ao usarem apenas dados referentes a folhas verdes observaram incremento significativo do coeficiente de correlação ($r=-0,80$) para polifenóis:N. A diminuição na concentração de polifenóis em resíduos mais velhos pode ser atribuído a relativa diminuição de N lábil do N da folha ou a redução da concentração de polifenóis do resíduo com o tempo. THOMAS & ASAKAWA (1993), avaliando a taxa de decomposição da serapilheira de espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais, com o método do *litter bag*, detectaram que para perda de massa do resíduo, os melhores preditores eram as relações lignina:N e (lignina+polifenóis):N, ao passo que para a mineralização de N eram as relações C/N dos resíduos, lignina:N, polifenóis:N, (lignina+polifenóis):N e lignina+(C/N). Essa última relação foi a que melhor representava a taxa de mineralização dos resíduos testados ($r=-0,67$). ALFAIA *et al.* (1996), encontraram diferentes taxas de mineralização para leguminosas arbóreas comparadas a uréia, se destacando a *Gliricidia sepium*, com a maior taxa, enquanto as outras espécies não diferiram da testemunha.

Não importando a natureza do material é notória a participação do N em todos os preditores supracitados. Por isso, independente da natureza do substrato de plantio, é possível detectar superioridade na

quantidade de N e de alguns outros nutrientes acumulados sobre o solo sob plantios com leguminosas fixadoras de N_2 . DIAS *et al.* (1994), por exemplo, observaram 9 anos após o plantio em áreas de extração de bauxita, quantidades de N, P, K e Mg na manta orgânica sob *Acacia mangium* Willd. superiores às sob plantios de *Eucalyptus pellita*. Estas observações foram indicadas por CAMPELLO (1998) como um dos fatores responsáveis no aumento da biomassa e da diversidade de espécies da sucessão vegetal em áreas de plantios de *A. mangium*, comparativamente a outras de não leguminosas.

Considerações Finais

Os benefícios das leguminosas arbóreas se distribuem desde a economia advinda da completa ou parcial demanda em N que é satisfeita pela simbiose (FBN) (Quadro 2), passando pela capacidade que o N acrescentado possui de incrementar o estoque de Carbono no solo (SISTI *et al.*, 2003), até a própria acumulação de Carbono em tecidos lenhosos para fins de mitigação do efeito estufa.

O plantio de espécies florestais de rápido crescimento ou o manejo de florestas secundárias, têm sido alvo de muitos debates (SCHROEDER & WINJUM, 1995; WINJUM & SCHROEDER, 1997; COSTA, 1998; GUT, 1998; LEITE *et al.*, 1999), todos englobando a problemática de emissão de gases que provocam o aquecimento global e o potencial de seqüestro de Carbono (na forma de CO_2) da atmosfera pelos vegetais. Logicamente, que atenção redobrada tem sido dada à região tropical devido, principalmente, a elevada velocidade de crescimento e de assimilação de Carbono por espécies florestais plantadas nessa região.

Os sistemas agroflorestais surgem como modelos potenciais no manejo de solos degradados, principalmente se a eles são inseridos leguminosas fixadoras de N_2 atmosférico. A inserção de espécies arbóreas capazes de se associarem eficientemente com organismos simbiontes (rizóbio e fungos micorrizícos), em solos onde monocultivos predominam, intensificarão a ciclagem de nutrientes, aumentarão a biodiversidade da área e o aporte de N. A combinação desses organismos poderá se reverter em ganhos de produtividade e conseqüentemente em seqüestro de C (REICH *et al.*, 2001). A estabilidade do ecossistema, porém, se relacionará com a diversidade funcional das espécies escolhidas, como discute o Dr^o Altamiro Ferraz no capítulo anterior deste livro.

Outro benefício das espécies arbóreas ao manejo de solos tropicais, diz respeito a diminuição de queimadas por meio da mudança no microclima da área em favor do bloqueio de perda de água de materiais combustíveis desses sistemas, como observaram UHL *et al.* (1990) que em uma avaliação de 4 diferentes tipos de cobertura na Amazônia Oriental (floresta primária intacta, floresta com exploração de madeira, floresta secundária formada após abandono de 8 anos de uma pastagem e trecho de pastagem implantada), quanto a oferta de materiais combustíveis e ao microclima local em cada situação, detectaram maiores propensões ao fogo e maior probabilidade de combustão de áreas com menores coberturas vegetal.

O manejo de solos tropicais com sistemas agroflorestais permite, ainda, inserir o agricultor a outros nichos do mercado, aumentando a sua renda e diminuindo a suscetibilidade às variações do mercado de produtos específicos (DUBOIS, 1998; SMITH *et al.*, 1998).

Referências Bibliográficas

ALFAIA, S. S.; SANTOS, A. M. D. dos; SARRAZIN, M. Mineralização do nitrogênio proveniente de leguminosas arbóreas em solo de várzea da Amazônia Central. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Resumos expandidos...** Manaus: SBCS, 1996. p. 574-575.

ANDRADE, G.C., SILVA, H.D., FERREIRA, C.A., BELLOTE, A.F.J. Contribución del agua de lluvia en la oferta de nutrientes minerales para *Eucalyptus grandis*. **Bosque**, v.16, n.1, p. 47-51, 1995.

ANDRADE, A. G.; FARIA, S. M. de; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Estudo da decomposição de serrapilheira de leguminosas arbóreas no solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Resumos expandidos...** Manaus, SBCS, 1996. p. 586-587.

ANDRADE, A.B., COSTA, G.S., FARIA, S.M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesaliniifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em Planossolo. **R. Bras. Ci. Solo**, 24: 777-785, 2000.

ALVAREZ V., V.H., NOVAIS, R.F., DIAS, L.E., OLIVEIRA, J.A. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Boletim informativo da SBCS**, 25: 27-32, 2000.

AWOTOYE, O.O.; ATAYESE, M.O.; OSONUBI, O.; MULONGOY, K. e OKALI, D.U.U. Response of some tropical nitrogen-fixing woody legumes to drought and inoculation with mycorrhiza. In: **Biological Nitrogen Fixation and Sustainability of Tropical Agriculture**. MULONGOY,

K.; GUEYE, M. e SPENCER, D.S.C. (Eds.). John Willey e Sons. Chichester. p. 67-76.1992.

BALIEIRO, F.C., FRANCO, A.A., FARIA, S.M., CAMPELLO, E.F.C. Características químicas da manta orgânica de *Acacia mangium*, *Albizia guachapele* e *Eucalyptus grandis*. In: FertBIO, 1, Caxambú-MG, 1998. **Anais...** Caxambú-MG: UFLA, 393p., 1998.

BALIEIRO, F.C. *Biomassa acumulada e nutrientes na água da chuva em plantios puros e consorciados de Acacia mangium Willd., Pseudosamanea guachapele Dugand and Eucalyptus grandis Hill ex Maiden*. UFV, Viçosa, MG, 99p., 1999.

BALIEIRO, F.C. , FRANCO, A.A., FONTES, R.L.F., DIAS, L.E., CAMPELLO, E.F.C., FARIA, S.M. Accumulation and distribution of aboveground biomass and nutrients under pure and mixed stands of *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Journal of Plant Nutrition** , 25: 2639-2654, 2002a.

BALIEIRO, F.C., FRANCO, A.A., PEREIRA, M.G., DIAS, L.E., CAMPELLO, E.F.C. Decomposição de folhas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e de folíolos de *Pseudosamanea guachapele* Kunth (Harm) num Planossolo. In: FERTBIO, 2002. Rio de Janeiro, **Anais...**, 2002. (resumo expandido em CD)

BORDELEAU, L. M.; PRÉVOST, D. Nodulation and nitrogen fixation in extreme environments. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 161, p. 115-125, 1994.

BRINKLEY, D., DUNKIN, K.A., DEBELL, D.S., RYAN, M.G. Production and nutrient cycling in mixed plantation of *Eucalyptus* and *Albizia* in Hawaii. **Forest Science**, v.38, n.2, p.393-408, 1992.

BRIONES, M.J.I., INESON, P. Decomposition of eucalyptus leaves in litter mixture. **Soil BioL. Biochem.**, 28: 1381-1388, 1996.

CALDER, I.R. Water use by forest, limits and controls. **Tree Physiology**, 18: 625-631, 1998.

CAMPELLO, E.F.C. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: **Recuperação de Áreas degradadas**. DIAS, L.E., MELLO, J.W.V. (eds.) Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p: 181-196, 1998.

CANNEL, M.G.R. Physiological basis of wood production: a review. **Scan. J. For. Res.**, 4: 459-490, 1989.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Funções múltiplas das florestas: Conservação e recuperação do meio ambiente. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., Campos do Jordão, 1990. **Anais...** Campos do Jordão, (SP), 1990. p. 216-217.

CASTRO FILHO, C., MUZILLI, O., PODANOSHI, A.L., Estabilidade dos agregados e suas relações com teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo Distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Rev. bras. Ci. Solo**, 22: 527-538, 1998.

CONSTANTINIDES, M., FOWNES, J.H. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plantas: relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. **Soil Biol. Biochem**, 26: 49-55, 1994.

COPPIN, N. J.; BRADSHAW, D. **Quarry Reclamation - The Establishment of Vegetation in Quarries and open Pit Non-metal Mines**. London: University of Liverpool, 1982. 112 p.

COSTA, G.S. *Ciclagem de nutrientes em uma área degradada revegetada com leguminosas arbóreas e em um fragmento florestal em crescimento secundário (capoeira)*. UFF - Niterói, 1998, 87p. Tese de Mestrado)

COSTA, G.S., ANDRADE, A.G. de, FARIA, S.M de Aporte de nutrientes pela serrapilheira de *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá) com seis anos de idade. In: SIMPÓSIO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – DO SUBSTRATO AO SOLO, 3, Ouro Preto, 1997. **Anais...** Ouro Preto, MG: SOBRADE, UFV/DPS/DEF, p.344-349, 1997.

COSTA, P.M. Breve história da evolução dos mercados de carbono. **Silvicultura**, 76: 24-33, 1998.

COSTA, G. S.; ANDRADE, A. G.; FARIA, S. M. de. Ciclagem de nutrientes em um plantio de *Acacia mangium* com seis anos de idade. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 1., SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos... Águas de Lindóia: USP/SLCS/SBCS, 1996. Comissão 10. Trabalho n. 27.**

DAKORA, F.D.; KEYA, S.O. Contribution of legume nitrogen fixation to sustainable agriculture in sub-saharan Africa. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 29, n. 5/6, 809-817, 1997.

DANSO, S. K. A.; BOWEN, G. D.; SANGINGA, N. Biological nitrogen fixation in trees in agro-ecosystems. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 141, p. 177-196, 1992.

DEBELL, D.S., COLE, T.C.G., WHITESELL, C.D. Growth, development and yield in pure and mixed status of *Eucalyptus* and *Albizia*. **Forest Science**, v.43, n.2, p.286-298, 1997.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e Caracterização de Áreas Degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de., ed. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 1-7.

DIAS, L.E. Caracterização de substratos para fins de recuperação de áreas degradadas. Pg. 27-44 In: DIAS L. E. & DE MELLO, J. W. V. (eds.) **Recuperação de áreas degradadas**. UFV. Viçosa, 1998, 251 p., 1998.

DIAS, L.E., FRANCO, A.A., CAMPELLO, E.F.C. Dinâmica de matéria orgânica e de nutrientes em solo degradado pela extração de bauxita e cultivado com *Acacia mangium* e *Eucaliptus pellita*. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO e SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu: s.ed., p.145-153, 1994.

DÖBEREINER, J. Nodulação e fixação de nitrogênio em leguminosas florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 83-90, 1984.

DOMMARGUES, Y., DUHOUX, E., DIEM, H.G. **Les arbres fixateurs d'azote – caractéristiques fondamentales et rôle dans l'aménagement des écosystèmes méditerranéens et tropicaux avec référence particulière aux zones subhumides et arides**. CIRAD , Rome, 499pg, 1999.

DUBOIS, J.C.L. Sistemas agroflorestais para a região da Mata Atlântica no Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO ESTADUAL SOBRE A MATA ATLÂNTICA – IEF-RJ. Nova Friburgo, Rio de Janeiro, 1998a.

FASSBENDER, H. W. **Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina**. 2. ed. rev. San José, Costa Rica: IICA, 1987. 420 p.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. Current World Fertilizer Situation and Outlook 1996/97-2002-2003, Roma, 32p. 1998.

FARIA, S.M. de, CAMPELLO, E.F. Algumas leguminosas fixadoras de nitrogênio recomendadas para áreas degradadas. **Rec. Téc.** n° 7 (Embrapa Agrobiologia, Rec. Técn. n° 7, 4pg.). 1999

FARIA, S.M. de; LEWIS, G.P., SPRENT, J.I., SUTHERLAND, J.M. Occurrence of nodulation in the leguminosae. **New Phytol.**, 111: 607-619, 1989.

FISHER, R. F. Amelioration of soils by trees. In: GESSEL, S. et al. ed. **Sustained productivity of forest soils**. Vancouver: Faculty of Forest, University of British Columbia, 1990. p. 290-300.

FORTES, J.L.O. *Reabilitação de depósito de rejeito do refino de bauxita com o uso de resíduos industriais e leguminosas arbóreas*. UFRRJ – Seropédica –RJ. Tese de Doutorado, 185p., 2000.

FRANCO, A.A., CAMPELLO, E. F. C., DIAS, L. E. & FARIA, S. M. de *Uso de leguminosas associadas a microrganismos na revegetação de*

áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas –Pa. Itaguaí: Embrapa Agrobiologia, doc. 27, 69p., 1996.

FRANCO, A. A.; DÖBEREINER, J. A biologia do solo e a sustentabilidade dos solos tropicais. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 20, p.68-74, 1994.

FRANCO, A. A., FARIA, S. M. de The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. **Soil Biol. Biochem.**, 29(5/6)897-903. 1997

FRANCO, A. A., CAMPELLO, E. F., SILVA, E. M. R. da, FARIA, S. M. de. Revegetação de solos degradados. Seropédica, CNPBS 11p., 1992 (EMBRAPA-CNPBS - **Comunicado Técnico** no 09).

FRANCO, A.A. & NEVES, M. C. P.1992. Fatores limitantes à fixação biológica de nitrogênio pg. 219-230, In: CARDOSO, E. J. B. N., TSAI, S. M., NEVES, M. C. P. (eds). **Microbiologia do Solo**. Soc. brasil. Cienc. Solo. 360 p. Campinas.

FRANCO, A.A.; BALIEIRO, F.C. The role of biological nitrogen fixation in land reclamation, agroecology and sustainability of tropical agriculture. In: ROCHA-MIRANDA, C.D. (ed.), *Transition to global sustainability – The contribution of Brazilian Science*, Rio de Janeiro, p: 209-233, 2000.

FRED, E.B., BALDWIN, I.L., McLOY, E. **Root nodule bacteria and leguminous plants**. Madson, 343p., 1932.

FROUFE, L.C.M. **Decomposição de serapilheira e aporte de nutrientes em plantios puros e consorciados de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acacia mangium* Willd.** UFRRJ, Rio de Janeiro, 73p., 1999. (Tese de Mestrado)

GARG, V.K. Litter production and nutrient concentration under high density plantation in some fuelwood species grown on sodic soils. **Indian Forest**, 123: 1155-1160, 1997.

GESPER, P.L., HOLOWAYCHUK, N. Some effectes of stem flow from forest canopy trees on chemical properties of soils. **Ecology**, v.52, n.4, p.691-702, 1971.

GOLLEY, F.R. *Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta úmida*. São Paulo-SP: EPU/USP, 1978. 256p.

GUT, F. O mercado e seqüestro do carbono. **Silvicultura**, 75: 242-46, 1998.

HALEND, C. Nutrient content of an *Acacia mangium* plantation. **Nitrogen Fixing Tree Research Reports**, Hawaii, v. 7, p. 46-48, 1989.

HELLMAN, M., HUDSON, J., SANMUGADAS, K. Temporal variability in atmospheric influx to tropical ecosystem. **Biotropica**, v.14, n.1, p.1-9, 1982.

JESUS, R. M. Revegetação: da teoria a prática. Técnicas de implantação. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1., SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., Foz do Iguaçu, 1994. **Anais . . .** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 123-134.

JONHSON, D.W., TURNER, J., KELLY, J.M. The effects of acid rain on forest nutrient status. **Water resources research**, 18: 449-461, 1982.

KASS, D.C.L., SYLVESTER-BRADLEY, R., NYGREN, P. The role of nitrogen fixation and nutrient supply in some agroforestry systems of the Americas. **Soil Biol. Biochem.**, v.29, n.5/6, p.775-785, 1997.

LEE, K. E.; PANKHURST, C. E. Soil Organisms and Sustainable Productivity. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 30, p. 820-892, 1992.

LEITE, F.P. **Crescimento, relações hídricas, nutricionais e lumínicas em povoamentos de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais**. Viçosa-MG: UFV, 1996, 90p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

LEITE, F.P.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; FABRES, A.S. Acúmulo e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* sob diferentes densidades populacionais. **R. Bras. Ci. Solo**, 22: 419-426, 1998.

LEITE, F.P.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; SANS, L.M.A.; FABRES, A.S. Relações hídricas em povoamento de eucalipto com diferentes densidades populacionais. **R. Bras. Ci. Solo**, 23: 9-16, 1999.

LEITE, J.A., MEDINA, B.F. Efeito de sistemas de manejo sobre as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo do Amazonas. **Pesq. Agrop. bras.**, 20: 1417-1422, 1984.

LIMA, W.P. Alteração do pH, condutividade e das concentrações de Ca, Mg e P da água da chuva em floresta de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*. **IPEF**, v.18, p.37-54, 1979.

LUGO, A.E., CUEVAS E. SANCHES, M.J. Nutrients and mass in litter and topsoil of ten tropical tree plantations. **Plant and Soil**, 125: 263-280, 1990.

LUPWAYI, N.Z., HAQUE, I Mineralization of N, P, K, Ca and Mg from sesbania and leucena leaves varying in chemical composition. **Soil Biol. Biochem.**, 30: 337-343, 1998.

MAFRA, A. L.; MIKLÓS, A. A. W.; VOCURCA, H. L.; HARKLY, A. H.; MENDOZA, E. Aporte de nutrientes e rendimento das culturas em um sistema agroflorestal no cerrado de Botucatu-SP. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Resumos expandidos...** Manaus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ed. da Universidade do Amazonas, 1996. p. 262-263.

MILLER, H.G. Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems. In: BOWEN, G.D., NAMBIAR, E.K.S. (Eds.) **Nutrition of forest plantation**. London: Academic Press, p.53-78, 1984.

MINTER (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. IBAMA. Brasília, 1990.

MONTEIRO, E. M, da S. *Resposta de leguminosas arbóreas a inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos vesicular-arbusculares em solo ácidos*. Tese de Doutorado, UFRRJ, 221p. 1990.

NEGI, J.D.S., SHARMA, S.C. Mineral nutrition and resource conservation in *Eucalyptus* plantation and other forest covers in India. In: ATTWILL, P.M., ADAMS, M.A. (Eds.) **Nutrition of Eucalyptus**. Austrália: CSIRO, p.399-416, 1996.

NOVAIS, R.F., BARROS, N.F. Sustainable agriculture and forest production systems on acid soils: Phosphorus as a case-study. In: MONIZ, A.C., FURLANI, A.M.C., SHAFFERT, R.E., FAGERIA, N.K., ROSOLEM, C.A., CANTARELLA, H. (Eds) **Plant and soil interaction at low pH**. Brasil: Brazilian Soil Science Society, p.39-51, 1997.

NOVAIS, R.F., SMYTH, T.J. Adsorção de fósforo no solo. In:, 1998.

OGLESBY, K.A., FOWNES, J.H. Effects of chemical composition on nitrogen mineralization from green manures of seven tropical leguminous trees. **Plant and Soil**, 143: 127-132, 1992.

OMETTO, J.C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Ed. Agrônoma Ceres, 440 p., 1981. (cap. 1 e 2).

OVALLE, C.; LONGERI, L.; ARONSON, J.; HERRERA, A.; AVENDAÑO, J. N₂-Fixation, nodule efficiency and biomass accumulation after two years in three Chilean legume trees and Tagasaste *Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*. **Plant and Soil**, v.179, 131-140, 1996.

PALM, C.A., SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biol. Biochem.**, 23: 83-88, 1991.

PEOPLES, M.B., CRASWELL, E.T. Biological nitrogen fixation: investments, expectations and actual contributions to agriculture. **Plant and Soil**, 141: 13-39, 1992.

POGGIANI, F.; CHIARANDA, R.; LARA, R. P. Efeito do reflorestamento com *Mimosa scabrella* na recuperação do solo degradado pela exploração do xisto betuminoso. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982, SP, **Anais** . . . Campos do Jordão: Instituto Florestal, 1982. 16^A. Parte 3. p. 1962-1972.

POLHILL, R. M. Classification of the Leguminosae. In: BISBY, F.A.; BUCKINGHAM, J.; HARBORNE, J. B., ed. **Phytochemistry dictionary of the leguminosae**. New York, 1994. p. 35-42.

POMPÉIA, S.L. Efeitos da poluição atmosférica na floresta tropical e seus reflexos na conservação dos solos na Serra do Mar, em Cubatão. In: DIAS, L.E. & MELLO, J.W.V. (Eds) **Recuperação de Áreas degradadas**. Viçosa-MG, UFV/DPS/SOBRAGE, p.217-133, 1998.

REDDY, A.N.Y., SUGUR, G.U. Fast growing species and sustainability (productivity and site dynamics of tree fast-growing species. In: CALDER, I.R., HALL, R.L., ADLARD, P.G. (Eds.) *Growth and water use of forest plantation*, India, 1991. **Proceedings....** p.74-81, 1992.

REDENTE, E., McLENDON, T., DEPUIT, E.J. Manipulation of vegetation community dynamics for degraded land rehabilitation: In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Florestal, I. Belo Horizonte, **Anais...**, Viçosa, Mg, SIF, pg: 265-278, 1993.(Tradução)

REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. (Eds.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa-MG, Editora Folha de Viçosa, 265-301p. 1990.

REICH, ...**Nature**, 410: 809-812, 2001.

SAGGIN JÚNIOR, O.J., LOVATO, P.E. Aplicação de micorrizas arbusculares na produção de mudas e plantas micropopagadas. In: INTER-RELAÇÃO FERTILIDADE, BIOLOGIA DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. SIQUEIRA, J.O., MOREIRIA, F.M.S., LOPES, A.S., GUILHERME, L.R.G., FAQUIN, V., FURTINI NETO, A.E., CARVALHO, J.G. (eds.). Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/DCS, p:725-773, 1999.

SANCHEZ, P. A.; BANDY, D. A.; VILLACHICA, H.; NICHOLAIDES, J. J. Amazon basis soils: management for continuous crop production. **Science**, v. 216, p. 821-827, 1982.

SANDS, R., MULLIGAN, D.R. Water and nutrient dynamics and tree growth. **Ecology and Mangement**, 30: 90-111, 1990.

SANT'ANA e CASTRO, P., VALENTE, O.F., COELHO, D.T., RAMALHO, R.S. Interceptação da chuva por mata secundária na região de Viçosa, MG. **Rev. Árv.**, 7: 76-89, 1983.

SANTOS, C.J.F., CUNHA, C.O., CAMPOS NETO, D., FONTES, A.M., FRANCO, A.A. Uso de leguminosas arbóreas no reflorestamento de encosta de risco geotécnico sobre comunidade de baixa renda. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO e SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2. Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...** Foz do Iguaçu, s.ed. p. 361-369, 1994.

SCHROEDER, P.E., WINJUM, J.K. Assessing Brazil's carbon budget: II. Biotic fluxes and net carbon balance. **Forest Ecology and Management**, 75: 87-99, 1995.

SILVA FILHO, E.V. **Estudos da chuva ácida e de entrada de Na, K, Ca, Mg e Cl na Baía do Alto Rio Cachoeira, Parque Nacional da Tijuca, RJ.** Rio de Janeiro: UFF. 1985. 92p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal Fluminense, 1985.

SIQUEIRA, J. O. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Centro Nacional de Pesquisa de Soja. - Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 142p - (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 45).

SIQUEIRA, J.O., FRANCO, A. A. **Biologia do solo: Fundamentos e Perspectivas.** MEC-ESAL – FAEPE- ABEAS, Brasília. 236 p., 1988.

SIQUEIRA, J. O. (ed.) **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas.** UFLA. – DCS e DCF, Lavras, 1996, 290 p., 1996.

SISTI, C.P.J., SANTOS, H.P., KOHHANN, R., ALVES, B.J.R., URQUIAGA, S., BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil Tillage and Research**, 2003 (no prelo).

SMITH, N., DUBOIS, J., CURRENT, D., LUTZ, E., CLEMENT, C. Experiências agroflorestais na Amazônia Brasileira: restrições e oportu-

nidades. Programa piloto para proteção das florestas tropicais do Brasil., Brasília, Brasil, 146p., 1998.

SOUZA, de F. A.; SILVA, E. M. R. da. Micorrizas arbusculares na revegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J. O., ed. **Avanços em fundamentos e aplicações de micorrizas**. Lavras - Universidade Federal de Lavras, 1999. p.255-290.

SUASSUNA, J. **Efeitos da associação do sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) no comportamento do jacarandá (*Dalbergia nigra* Fr. Allen.) e da peroba branca (*Tabebuia stenocalix* Sprague & Stapf.) na zona da mata de Pernambuco**. Recife, 1982. 179 f. Tese (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1982.

URQUIAGA, S.; BODDLEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Dinâmica do N no solo, In: FERNANDES, M. S.; I SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SOBRE NITROGÊNIO EM PLANTAS, **Anais...** UFRRJ, SBFV, 181-225, 1993.

WHITEHEAD, D. Regulation of stomatal conductance and transpiration in forest canopies. **Tree physiology**, 18: 633-644, 1998.

WINJUM, J.K., SCHROEDER, P.E. Forest plantations of the world: their extend, ecological attributes and carbon storage. **Agriculture and Forest Meteorology**, 84: 153-167, 1997.

YAMADA, T. & LOPES, A.S. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. In: REUNIÃO BRAS. FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, XXIII, REUNIÃO BRAS. SOBRE MICORRÍZAS, VII, SIMPÓSIO BRAS. DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, V e REUNIÃO BRAS. DE BIOLOGIA DO SOLO, II - FertBIO, 98. Caxambú, MG, UFLA, 1999. (Neste volume).

YARED, J. A. G. **A atividade florestal na Amazônia: Diagnóstico e perspectivas**. Palestra apresentada no Seminário "Futuro econômico da Amazônia: Agricultura". Brasília: 23-25 de maio de 1990. 24p.

ATRIBUTOS E ESPECIFICIDADES DE SOLOS DE BAIXADA NO TRÓPICO ÚMIDO

Alessandro Costa da Silva¹ & Emanuel Gomes de Moura²

Introdução	133
A Matéria Orgânica do Solo	135
Substâncias húmicas	136
Dinâmica da Matéria Orgânica nos Solos Tropicais	137
Importância da matéria orgânica para fertilidade do solo	140
Matéria Orgânica e os Elementos-Traço	142
A importância do Alumínio na fertilidade do solo	144
O Alumínio nas análises de solos	145
Aspectos da Toxicidade por Alumínio em Plantas	147
Alumínio nos Solos de Várzeas do Maranhão	148
Alumínio e Matéria Orgânica	152
Considerações Finais	154
Referências Bibliográficas	155

Introdução

A região comumente chamada de Baixada Maranhense, situa-se na porção centro-norte da área de transição entre a Amazônia e o Nordeste brasileiro. Nesta região, a precipitação anual varia em torno de 2000mm anuais, dos quais mais de 80% ocorrem de janeiro a maio. Tem-se, então, um período seco de seis a sete meses dos quais três a quatro meses podem ser considerados muito secos, e um período chuvoso de cinco a seis meses com pelo menos dois muito chuvosos com mais de 40% da precipitação total. Nestas condições ciclos repetitivos

¹ Prof. Dr. do Departamento de Química e Biologia da UEMA. E-mail: alessandro@cecen.uema.br;

² Professor do Programa de Pós-graduação em Agroecologia da UEMA. E-mail: egmoura@cca.uema.br

de saturação e secagem afetam os solos mais aptos da região; seja por ascensão do lençol freático como no caso dos solos derivados dos aluviões recentes da Baixada Ocidental e da Formação Codó no centro do estado, ou seja pela presença de camadas subjacentes impeditivas ao livre movimento descendente da água da chuva. Este comportamento ocorre em muitas outras áreas da Formação Itapecuru com influência dos aluviões.

Em virtudes dos fenômenos de oxidação-redução, provocadas pela mudança de ambiente (óxico – anóxico) diante a alternância de ciclos de umedecimento e secagem, estes solos sofrem profundas alterações. Estas ocorrem, preferencialmente no complexo sortivo (superfície específica), representadas, neste caso, principalmente pela liberação de altos teores de macronutrientes como Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Ferro (Fé) e teores de elementos tóxicos como no caso o Alumínio (Al). Felizmente, nestas áreas a toxidez de Al nem sempre se manifesta, provavelmente devido à sua menor atividade na presença de elementos como Ca e Mg. Outra explicação pode ser devido forte interação do alumínio por meio de complexação, com a matéria orgânica, que quase sempre está presente em teores razoáveis nestes solos.

A ocorrência de áreas que por cultivos sucessivos se tornaram inférteis, a ponto de serem abandonadas pelos agricultores, levanta a forte suspeita de que nestes casos a queima da matéria orgânica (decomposição), com a conseqüente elevação do teor de alumínio (e possibilidade de toxidez), tanto quanto o aumento da incidência de ervas daninhas, podem ser uma causa importante, para o abandono destas terras. Posto que, conservar e até aumentar os teores de matéria orgânica no solo por meio da incorporação, é obrigação básica de qualquer programa de manejo que pretenda ser sustentável. Esta situação deve ser efetiva muito mais nas condições do trópico úmido onde a matéria orgânica exerce funções fundamentais para a qualidade do solo.

Diante disto, este trabalho pretende apresentar uma revisão sobre alguns atributos de solos de baixada no trópico úmido e com isto permitir aos profissionais uma interpretação correta das análises de solo visando uma melhor avaliação da aptidão das terras e recomendação adequadas de práticas de manejo.

A Matéria Orgânica do Solo

O termo “matéria orgânica do solo” (MOS) é muito abrangente, podendo incluir um número variado de sítios ativos (grupos funcionais), com maior ou menor estabilidade que representam um dos principais reservatórios de carbono (C) no ciclo global desse elemento (Salamanca et al., 2002). Embora a quantidade de “C” presente nos resíduos advindos da biota terrestre seja pequena, comparada às quantidades em sedimentos e oceanos, ela excede os valores presentes na atmosfera (na forma de CO_2). A MOS provem, em quase sua totalidade, de resíduos vegetais cuja composição média varia entre as diferentes espécies e, dentro da mesma espécie, com a idade da planta. Todavia, apesar de se encontrar diferenças entre as espécies, ocorre certa constância entre os componentes básicos das plantas, variando apenas o percentual dos componentes estruturais (celulose, hemicelulose, lignina, açúcares, ácidos orgânicos e lipídeos).

A composição e estrutura química da MOS, geralmente dividida em substâncias húmicas (fração mais estável da MOS) e não húmicas (fração menos estável ou lábil), devem ser conhecidas, para que se possa entender sua participação em processos bio-geo-químicos e ambientais. Muitos dos avanços obtidos no entendimento de processos químicos e bioquímicos têm sua origem no conhecimento da estrutura dos reagentes envolvidos.

A matéria orgânica do solo (MOS) pode ser dividida em compartimentos (“pools”) lábeis e estáveis. Os constituintes lábeis da MOS incluem a liteira das plantas, matéria macroorgânica ou fração leve, substâncias não húmicas ligadas aos constituintes minerais, formas solúveis em água, macrorganismos e biomassa microbiana, (Zech et al., 1997). Estes constituintes lábeis diminuem rapidamente após a substituição de vegetação natural pelo cultivo, e novos níveis de equilíbrio são atingidos. Já os constituintes mais estáveis da MOS podem ser representados preferencialmente pelas substâncias húmicas e outras macromoléculas. Compostos ácidos não humificados, e macromoléculas humificadas constituem dois grupos fortemente associados, embora não totalmente separados um dos outros. O primeiro grupo, que inclui, também carboidratos, gorduras, ceras e proteínas, constitui 10 a 15% da MO dos solos minerais. O segundo e o principal grupo componente da MOS é representado pelas substâncias húmicas que constituem, nos solos minerais, de 85 a 90% da MO (Kononova, 1982).

Substâncias húmicas

Substâncias húmicas (SH) são polieletrólitos orgânicos naturais formados por fortes alterações da matéria orgânica, como a degradação de restos de plantas e animais (Stevenson, 1994). São caracterizadas por serem misturas físico-quimicamente heterogêneas, com ausência de repetição estrutural e falta de ordem ao nível molecular (Hayes, 2001). Diversas propriedades da matéria orgânica do solo, em particular das SH, depende, das suas características macromoleculares. As partículas húmicas apresentam uma variedade de formas e tamanhos, no qual implica em porosidade e compactação variável de sua estrutura, tanto no estado sólido quanto coloidal. De acordo com Silva et al. (2000), essa variedade na sua estrutura macromolecular, que vai do formato esférico a filamentosos, depende das condições do meio como concentração da amostra, pH e força iônica do meio. Maiores informações sobre a estrutura conformacional dessas substâncias podem ser obtidas por meio de trabalho de revisão realizado por Silva & Mendonça (2001).

A fração humificada do solo, denominada de substâncias húmicas, incluem os ácidos húmicos (AH), os ácidos fúlvicos (AF) e humina (H). Devido estas substâncias estarem fisicamente protegidas em associação com superfícies minerais ou retidos dentro de agregados, são resistentes ao ataque microbiano podendo permanecer no solo por centenas de anos (Theng et al., 1989). A origem destas substâncias está ligada à atividade de enzimas e microorganismos do solo sobre o material orgânico incorporado, cuja principal fonte é constituída pelos resíduos vegetais. Os conhecimentos exatos de sua formação, ainda hoje, são incompletos e diversos autores apresentam rotas diferentes para sua formação.

A grande capacidade de retenção de cátions das substâncias húmicas está relacionada com sua alta superfície específica decorrente de sua grande subdivisão. Essas substâncias, no solo, podem ser adsorvidas pelos colóides argilosos formando complexos argilo-húmicos ou reagir com íons Ca^{2+} e, nestas condições tornam-se mais resistentes à biodegradação. A formação de complexos argilo-húmicos também é importante na estruturação do solo. Os mecanismos dessas ligações em solos tropicais muito intemperizados, são principalmente, ligações entre as cargas elétricas negativas do colóide orgânico e as da caulinita e entre as cargas positivas dos oxihidróxidos de ferro e

alumínio que predominam nestes solos (Stevenson, 1994).

A MOS pode absorver um volume significativo de água por meio de pontes de hidrogênio dos grupos reativos, podendo reter até 6 vezes o seu peso. À medida que se aumenta a polimerização das substâncias húmicas, aumenta a porcentagem de carbono e diminui a de hidrogênio, resultando em queda da capacidade de hidratação (Silva, 2001). O grau de irregularidade e rugosidade da superfície exposta de macromoléculas húmicas tem importância nos processos biogeoquímicos, além de influenciar no número, tipo e disponibilidade de sítios reativos e , conseqüentemente, na sua interação com minerais e íons metálicos (Stevenson, 1994).

Dinâmica da Matéria Orgânica nos Solos Tropicais

A dinâmica da matéria orgânica nos solos tropicais, é bastante complexa devido à intensa atividade microbiana. Estando relacionada com: a retenção e troca de nutrientes (por meio da CTC), fonte de liberação de macro e micronutrientes, mobilização de fósforo, formação de agregados, retenção de água, poder tampão, reserva de nutrientes, e imobilização/retenção de metais pesados (Osterroht, 2001).

Embora através dos anos, vários especialistas estejam trabalhando para desenvolver metodologias adequadas e sensíveis para determinação do carbono orgânico do solo, ainda existem poucos modelos capazes de descrever a dinâmica da matéria orgânica, principalmente em condições de solos tropicais. O carbono total é o somatório do C orgânico e do inorgânico, sendo que nos solos de regiões tropicais o teor de carbono inorgânico chega a ser desprezível (Kononova, 1982). Neste sentido é imprescindível que durante a determinação do "C" orgânico ou da MOS, se faça uma diferenciação das formas de "C" presentes.

Em solos agrícolas, o conteúdo de matéria orgânica resulta do equilíbrio entre a adição e a decomposição do material orgânico. Ambas podem ser alteradas quando se interfere nos fatores que determinam a produção, que ocorre por meio da fotossíntese dos vegetais heterotróficos, ou quando se modifica o meio onde atuam os organismos responsáveis pela quebra e transformação do material produzido. Como os decompositores são mais sensíveis que os produtores, no que se refere às limitações impostas pelo ambiente, o acúmulo de matéria orgânica ocorre em áreas de grande restrição como nos ala-

gados, por deficiência de oxigênio, ou em solos muito ácidos e pobres em nutrientes (Sousa & Camargo, 2000). A decomposição da MOS é altamente dependente de sua relação C/N, e se dá pela ação de enzimas e microorganismos, alguns componentes como a celulose, hemicelulose, lignina e proteínas são mais prontamente utilizados que os outros. A fração solúvel em água e proteínas são os primeiros a serem metabolizados, enquanto a celulose, hemicelulose e lignina são mais resistentes, nesta ordem (Stevenson, 1994).

No trópico úmido a dinâmica da matéria orgânica é bastante complexa devido à intensa atividade microbiana favorecida pela presença quase constante de temperatura e umidade favoráveis. Esta dinâmica está relacionada também com outros fatores que podem favorecer ou prejudicar a atuação dos microorganismos como por exemplo: disponibilidade e reserva de macro e micronutrientes, mobilização de fósforo, formação de agregados, retenção de água, poder tampão, e imobilização/retenção de alumínio (Osterroht, 2001). A diversidade de condições em solos tropicais, representada pelas variações nestes fatores, torna a MOS fonte vital de nutrientes para as plantas porque seus constituintes lábeis podem ser decompostos em poucas semanas, enquanto aqueles estáveis podem persistir durante anos (Critter et al. 2002).

Nesses ambientes tropicais, a alta taxa de mineralização da matéria orgânica gera grandes quantidades de CO_2 causando o aumento da concentração de ácido carbônico na solução do solo, o que a torna mais ácida, favorecendo a dissolução dos minerais silicatados como a montmorilonita a pirofilita e a caulinita, (Pillon, 2001). Em condições de boa drenagem, pode ocorrer a lixiviação da sílica e a preservação e concentração de óxidos de ferro e alumínio no perfil, caracterizando o processo de latolização. Na evolução desse processo, parte dos elétrons e prótons liberados reage com a matriz mineral circundante, causando a dissolução e redução de algumas substâncias, principalmente dos minerais que contêm ferro e alumínio, alterando as condições de formação e cristalização de seus óxidos e hidróxidos e condicionando-os a formas menos cristalinas, ou favorecendo a formação preferencial de goethita em detrimento da formação de hematita (Schwertmann & Cornell, 1991).

Desta forma à medida que a MOS é decomposta tende a haver um aumento na concentração de metais na solução do solo, mas à medida que a decomposição avança os microorganismos produzem

compostos orgânicos facilmente decomponíveis favorecendo a elevação do pH (Stevenson, 1994) e inibindo a mobilidade desses metais por meio das substâncias húmicas (Silva et al., in press). Também observa-se que se o saldo entre a decomposição a produção for muito baixo, não haverá no solo quantidades apreciáveis de compostos orgânicos hábeis para complexação e remoção de elementos metálicos (Osterroht, 2001). Verifica-se, assim, que não apenas os fatores pedológicos condicionam a diversidade e abundância de organismos, mas também os próprios organismos constituem um fator importante na formação dos solos.

Os solos tropicais são geralmente profundos, ácidos e pobres em minerais, em comparação com os de clima temperados, mas nos trópicos os solos são mais dinâmicos e ricos em vida, possuindo cerca de 20 vezes mais biomassa microbiana, corroborando para a relevância da matéria orgânica nesta região (Mielniczuk, 1999). Se os solos do trópico húmido, como o caso do Maranhão, fossem ricos em nutrientes, as plantas, durante as horas quentes do dia, perderiam água em vez de absorvê-la, por causa da seca fisiológica causada pela osmose. Ou seja, a riqueza mineral nestes solos tem que ser substituída por sua "vitalidade", que é diretamente proporcional a sua quantidade de matéria orgânica, cuja decomposição é quase que explosiva nos solos tropicais.

No que tange a conservação da MOS cabe salientar que o rompimento do equilíbrio de sistemas naturais promove mudanças rápidas cuja velocidade depende do grau de intervenção. Quando o equilíbrio é alcançado, ou seja, quando a taxa de adição igual a taxa de decomposição, o nível de MOS num agroecossistema é determinado pelo tipo de preparo do solo, sistema de cultivo, rotação de culturas, aplicação de fertilizantes, textura e condições ambientais. Nas condições tropicais as perdas de MOS após o desmatamento são rápidas, principalmente na fase inicial e muitos dos nutrientes mineralizados (em especial o nitrogênio) perdem-se rapidamente, sem condições de aproveitamento pelas plantas (Stevenson, 1994). Em virtude do exposto, no manejo de solos tropicais sob diferentes sistemas agrícolas, a decomposição e a recuperação da MOS devem ser analisadas criteriosamente, no sentido de se eleger as técnicas que propiciem menores perdas e maior enriquecimento do solo e aumento de sua qualidade.

Importância da matéria orgânica para fertilidade do solo

Em solos agrícolas, o conteúdo de matéria orgânica resulta do equilíbrio entre a adição e a decomposição do material orgânico, esta última função da atividade microbiana. As taxas de adição e decomposição da matéria orgânica, podem ser alteradas quando se substitui a vegetação nativa por um determinado uso do solo. Geralmente, o preparo do solo modifica a atividade microbiana e acelera a decomposição e, ou, mineralização da matéria orgânica. Em decorrência disto, ocorre uma deterioração mais rápida da estrutura e de outras características do solo. Uma vez que a matéria orgânica do solo tem um papel preponderante na formação de agregados, torna-se importante o controle do padrão de sua decomposição, visando à otimização da utilização desse recurso nos agroecossistemas.

A designação da MOS como indicador de qualidade está relacionada a dois fatores. O primeiro é a sua sensibilidade às práticas de manejo, principalmente nas regiões tropicais, onde, nos primeiros anos de cultivo, mais de 50% da MO previamente acumulada é perdida por diversos processos, entre esses a decomposição microbiana e a erosão. Segundo, a maioria dos atributos do solo e do ambiente relacionados às funções básicas do solo tem estreita relação com a MO (Mielniczuk, 1999). Por meio dos seus sítios ativos a MOS tem grande influência na capacidade de retenção de nutrientes, metais e capacidade tampão dos solos tropicais. De acordo com Stevenson (1994) estes sítios ativos são caracterizados por seus grupos funcionais ou grupamentos reativos que incluem, preferencialmente: carboxílico (COOH), fenólico (OH), carbonil (CO) e amino (NH₂), e funcionam como doadores de elétrons na formação de complexos com íons metálicos, solúveis ou insolúveis em água. Os mecanismos que possibilitam os complexos podem ser divididos em catiônicos, aniônicos, de coordenação, pontes de hidrogênio, ligação covalente e força de Van der Walls (Stevenson, 1994).

A atuação da MOS é também importante como fonte de energia e de nutrientes para os organismos, para capacidade de troca de cátions, no tamponamento do pH e como agente cimentante na agregação do solo, influenciando diretamente na retenção de água e na capacidade de aeração do solo. A MOS também pode reagir com elementos-traço, outrora denominados de metais pesados, inibindo sua toxicidade (Silva et al., in press) e com agroquímicos, principalmente

herbicidas, tornando-os menos ativos no solo por alteração de suas propriedades (Silva et al., submetido).

Devido sua baixa pegajosidade, a MOS pode elevar o limite de umidade no qual o solo se torna plástico e pegajoso, diminuindo o valor da umidade onde ele se torna duro e quebradiço. Dessa forma, ela pode aumentar a faixa ótima de manejo que o solo pode ser trabalhado, sem problemas com os implementos agrícolas. Embora, seja importante salientar que a incorporação de MO por meio de aradura (aiveca, por exemplo), até maiores profundidades, mais bem providas de água e de tamponamento contra os extremos de flutuação de temperatura, acelera a sua decomposição.

Alguns esforços têm sido realizados no desenvolvimento de metodologias objetivando o acompanhamento da dinâmica da MO (potencial de sustentabilidade) dos diversos ambientes por meio da determinação do carbono orgânico lábil (COL). Pesquisas observaram maiores teores de COL na área de plantio direto de milho com adição de palha em superfície comparativamente à área sob vegetação natural (Cerrado), atribuindo tais diferenças à palha de milho, que atuaria como fonte suplementar de COL (Bayer & Mielniczuk, 1997).

A quantidade adicionada de carbono em determinadas condições edafoclimáticas depende das espécies e dos sistemas de cultura utilizados. Já as perdas de carbono ocorrem, principalmente, pela liberação de gás carbônico (CO_2) na respiração, pela decomposição microbiana da matéria orgânica e via lixiviação de compostos orgânicos polares (solúveis em água). As taxas de perda da MOS são afetadas, principalmente, pelo preparo do solo, especialmente pela intensidade do revolvimento, devido à influência que este apresenta sobre a temperatura, umidade e aeração, ruptura de agregados, grau de fracionamento e incorporação dos resíduos e pela cobertura do solo (Bayer & Mielniczuk, 1997). Já as taxas de adição de MO são afetadas pelos sistemas de rotação/sucessão de culturas utilizados, basicamente, em relação à quantidade de resíduos vegetais que retornam ao solo anualmente (Mielniczuk, 1999).

Sem sombra de dúvidas, a presença de componentes orgânicos do solo é fundamental para evitar a sua degradação por causa das interações entre a MO e os poluentes (orgânicos e inorgânicos) que estão presentes no solo sob forma endógena ou exógena, sendo que a incorporação destes componentes poderá, de acordo com as condições do meio, aumentar ou diminuir a disponibilidade destes poluentes.

Estas condições abrangem diferentes aspectos que vão desde o tipo de amostra às espécies de poluentes presentes. Ressalta-se que a taxa de decomposição da MO é dependente da quantidade e qualidade do conteúdo orgânico presente, do teor de argila, pH, temperatura e umidade.

Matéria Orgânica e os Elementos-Traço

O termo metais pesados está sendo substituído por elementos-traço (ET) por este ser mais adequado para designar metais catiônicos e oxianions (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). O termo metal pesado nunca foi definitivamente aceito por nenhum órgão oficial na área de química, como por exemplo a IUPAC (Instituto de Química Pura e Aplicada) principalmente por que inclui elementos que não tem caráter metálico (Duffus, 2001).

Alguns elementos-traço são considerados essenciais do ponto de vista biológico quando em concentrações dentro do permitido pela legislação. Entretanto quando estes elementos estão em concentrações acima do permitido eles reagem com as proteínas (metalo-proteína) desnaturando-as, com isto sua função de essencialidade no metabolismo fica comprometida (Guilherme et al., 2002). Outros elementos, por sua vez, não apresentam nenhuma essencialidade, sendo portanto considerados como tóxicos, neste caso inclui-se o As, Pb, Cd, Hg, Tl, dentre outros (Alloway, 1993).

Por serem na sua maioria metais de transição (ligam-se tanto iônica quanto covalentemente), apresentam orbitais 'd' incompletos e por isso frequentemente quelatam ou complexam com compostos orgânicos (organo-metálicos) tanto no metabolismo animal, o que explica sua toxicidade; quanto no solo, o que explica sua imobilização. A população de elétrons 'd' exerce um papel importante na interação dos íons com a matéria orgânica. É conhecida a propriedade da MOS em imobilizar por meio de quelação/complexação metais na solução do solo reduzindo a atividade química de seus íons (Silva et al., 2003), sendo importante no estudo da mobilidade e consequentemente na descontaminação de metais (Tan, 1994). Por esta razão, para o uso da MOS nesta finalidade é necessário conhecer o solo o tipo da MOS a ser incorporada e sua concentração de metais, bem como o processo de complexação dos íons metálicos pelos ligantes orgânicos. Cabe lembrar que os ligantes orgânicos (bases de Lewis) são átomos ou

moléculas que possuem um par de elétrons que pode ser doado a um ácido de Lewis (cátions). Ligantes (L^n), prótons (H^+) e íons (M^{n+}) são as unidades básicas, as quais combinadas, formam as diferentes espécies químicas. A condição ideal para estudar a interferência da MO na dinâmica de metais é que a MO a ser incorporada não apresente metais na sua constituição ou que encontrem-se em concentrações tão baixas que não irão influir na sua biodisponibilidade². É sabido, pela literatura, que entre os próprios metais podem existir interações que irão influir na sua dinâmica, como os já comprovados casos de sinergismos e antagonismos (Lamim, 1995). Em geral, a biodisponibilidade desses elementos diminui com o aumento do pH, da CTC e do teor de carbono orgânico do solo, com exceção do Zn, pois em alguns casos o efeito, neste metal, pode ser oposto (Lake, 1987).

Estudando a sorção de Zn, Cd e Cu, dentre outros metais Gao et al. (1997) verificaram que a distribuição do K_d ³ foi significativamente correlacionada com o teor de MO. Em pH 4,5 a sorção do Cu foi maior que a de Cd e em pH 6,5 a sequência foi $Cu > Zn > Cd$. Não foi observado relacionamento para outras propriedades do solo tais como CTC, conteúdo de argila e formas não cristalinas de Fe e Al, concluindo, portanto, que a MO parece ser a mais importante propriedade do solo que influencia a adsorção do metal na formação de complexos organometais. Cabe lembrar que a adsorção de um determinado ET pelo solo não é uma relação simples entre o K_d e as propriedades do solo, visto que esses elementos podem se apresentar na solução do solo sob várias espécies químicas como resultado da formação de complexos orgânicos e inorgânicos. Em geral, espécies hidrolizadas (MOH^{n+}) são preferencialmente adsorvidas sobre as não hidrolizadas (M^{n+}), mas não se deve esquecer que a medida que o pH aumenta pode aumentar também a possibilidade de o cátion iniciar a formação de uma nucleação aderida à superfície mineral ou até mesmo precipitar como uma fase separada do adsorvente. A importância deste fenômeno, que afeta a maior parte dos solos brasileiros de maneira muito intensa, é de muita importância ambiental e devem ser estimulados estudos que visem a utilização desses conceitos em amostras de solo.

² Íon biodisponível é aquele capaz de ser absorvido por organismos animais ou vegetais, ou com possibilidades de lixiviação para profundidades maiores do solo (LAKE, 1987).

³ Parâmetro usado para comparar a capacidade sortiva de diferentes solos ou materiais para um determinado íon em particular, medido sobre mesmas condições experimentais (ALLOWAY, 1990).

Em geral, a quantidade de algum metal que pode ser ligado à MO é praticamente igual ao número de grupamentos carboxílicos do composto. Stevenson (1994) relata que a fração solúvel da MO pode se tornar insolúvel quando complexa íons metálicos ou quando forma complexos organo-minerais com a argila onde os cátions polivalentes funcionam como ponte entre a MO e a parte mineral. De acordo com Guilherme et al. (2002) A formação desses quelatos/complexos apresentam os seguintes efeitos no solo: a) transporte de metais nos processos de pedogênese-lixiviação, b) disponibilidade de micronutrientes para plantas e microorganismos, c) diminuição da toxicidade de ET e d) aumento da resistência da MO à decomposição.

A importância do Alumínio na fertilidade do solo

No planeta terra, o alumínio (Al) está presente na camada mais externa da crosta terrestre, formando com o silício (Si) o que se chama de compostos silícicos (crosta SiAl) . Em peso o alumínio representa 8,10% da composição química da crosta, sendo o terceiro mais abundante e o segundo na forma de óxido (Jackson, 1963). O alumínio é um elemento químico cuja nucleosíntese foi uma combinação do núcleo de um átomo de Magnésio com deutério originando o Al 26 que depois evoluiu para Al 27, situando-se no sub-grupo 3A e no 3º período da Tabela Periódica (Faure, 1991). O íon Al^{3+} apresenta configuração Z e uma forte interação com o oxigênio, sendo considerado como um dos metais mais abundantes na crosta terrestre. Quando solubilizado em solos naturalmente ácidos (como é o caso dos solos tropicais) limita a produtividade das colheitas, reduzindo o potencial produtivo das terras cultiváveis, situação esta que ocorre em todo o mundo (Martínez & Estrella, 1999). É um dos elementos mais analisados no estudo de solos, sedimentos e materiais geológicos, além de tecidos de plantas e animais, podendo variar sua forma em função do pH do meio e composição mineralógica do sistema (Faquim & Vale, 2001). Em ambientes ácidos o alumínio ocupa aproximadamente 30% das terras livres de gelo (Von Uexküll & Mutert, 1995) e acima de 40% das terras aráveis (Wright, 1989).

O alumínio quimicamente ativo no solo apresenta-se sob diferentes formas, controladas, principalmente, pelo pH e pela composição mineralógica do sistema, podendo estar presente como complexo orgânico ou ligado por cargas negativas na superfície de argilas por

meio de forças eletrostáticas e assim, ser facilmente trocável por outros cátions (Mendonça, 1995).

A determinação da real espécie química do alumínio presente na solução do solo ainda é fonte de pesquisas. Isto decorre da complexidade deste metal em sistemas aquosos, pois como visto, sua forma e sua atividade depende das condições do meio principalmente do pH e da força iônica (Martínez & Estrella, 1999). De acordo com Meurer & Anghinoni (2000) o alumínio total representa, na solução do solo, o somatório de todas as espécies possíveis: forma livre $[Al^{3+}]$, mais o $[AlOH^{2+}]$, somado ao $[AlSO_4^{+}]$ e a quantidade complexada por ligantes $[AlL^{2+}]$.

De acordo com Bohlen et al. (2000) a maior preocupação com o alumínio deve ser destinada às reações nas quais os íons presentes na solução do solo liberam íons H^+ que podem baixar o pH do solo. O alumínio em solução aquosa, por meio de uma seqüência de reação precipita-se sob a forma de $Al(OH)_3$ produzindo em cada etapa íons H^+ de acordo com a reação $Al^{3+} + 3 H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + 3 H^+$. Assim, a medida que íons Al^{3+} vão sendo solubilizados da rocha liberam íons H^+ que favorecem a dissolução de mais rocha. Este fenômeno de aceleração da pedogênese faz com que o alumínio desloque cátions essenciais como Na, K, Ca e Mg dos sítios de troca para a solução do solo favorecendo sua perda por percolação, aumentando a acidez total e diminuindo a fertilidade.

A espécie Al^{3+} (alumínio trocável), é importante componente da acidez potencial dos solos tropicais, exercendo efeitos tóxicos sobre o crescimento dos vegetais, notadamente sobre o sistema radicular interferindo nas reações energéticas da planta e na absorção e transporte de água/nutrientes e na deposição de polissacarídeos nas paredes celulares (Sposito, 1989). Entretanto, devido sua forte interação com a MOS formando os chamados complexos organo-húmicos, seus efeitos tóxicos são minimizados.

O Alumínio nas análises de solos

Muitos métodos de extração têm sido desenvolvidos para avaliar a reação de alumínio nos diferentes compartimentos do solo. A quantidade de alumínio que reage com um determinado extrator dependerá do tempo de reação, da concentração do agente complexante e da afinidade relativa do complexante com o alumínio, preferencialmente

Al^{3+} (Mendonça, 1995). Os parâmetros, convencionalmente utilizadas para a avaliação da toxidez de alumínio em solos, como pH, Al trocável, percentagem de saturação por Al e sais de Al extraíveis; nem sempre são adequadas para prever os problemas da toxidez de Al em muitos tipos de solo, principalmente quando íons Al^{3+} estão associados a matéria orgânica (Wright, 1989). O uso do valor de pH e de níveis de alumínio extraído por sais neutros como KCl (1 mol L⁻¹) são adequados somente para a determinação da toxidez de alumínio em solos com materiais de origem e minerais de argila semelhantes, e somente para uma determinada cultura (Manrique, 1986).

Neste sentido Silva (2002) propôs uma metodologia para determinação de alumínio que inclui outras formas de alumínio presentes no solo. A principal forma (espécie) de alumínio determinada por análise de rotina é a forma trocável (Al^{3+}) (Embrapa, 1997). No que tange a determinação da concentração de alumínio total, Silva (2002) revela que esta análise constitui um procedimento eficiente para se avaliar a presença deste elemento, porém, é insuficiente para determinar suas diferentes formas químicas, definir níveis potenciais de risco e diagnosticar os problemas que podem causar ao meio (RAURET, 1999). À proporção que o solo, vai sendo incorporado com as formas metálicas, que antes estavam indisponíveis (forma residual), começa a aumentar a sua disponibilidade, que para ser melhor avaliada é necessário, em vez de utilizar um só extrator, fazer extrações comparadas.

No que tange à identificação de espécies iônicas tóxicas de alumínio em solos ácidos Foy (1992) revela que a determinação da atividade do alumínio é mais relevante como indicativo de toxicidade que a determinação de formas trocáveis, como determinada por extratores como H_2O , KCl e $\text{CH}_3\text{COO NH}_4$. A especiação e a atividade química de alumínio na solução do solo foram avaliadas por Salet et al. (1999) após oito anos de cultivo de milho nos sistemas de plantio direto (SPD) e convencional (SC). Na camada de 5-15 cm, não houve diferença entre os sistemas, a diferença ocorreu na superfície (0-5 cm), onde os efeitos tóxicos do alumínio podem ser mais acentuados, pois afetam a fase mais suscetível da cultura, que é o estágio de plântula. A especiação demonstrou que, no SPD 70% do Al solúvel estava complexado por ligantes orgânicos, enquanto no SC apenas 49% estava nessa forma. Outra diferença importante entre os sistemas foram encontradas nas percentagens de Al^{3+} e $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$, consideradas tóxicas. As proporções de Al^{3+} e $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ no SC foram cerca do dobro que

as encontradas no SPD. A atividade química do Al^{3+} na solução do solo em SPD foi menor, em relação ao SC. O fator preponderante na diminuição da atividade do Al no SPD foi, provavelmente, a maior quantidade de ligantes orgânicos solúveis e a força iônica teve pouca influência na atividade do alumínio (Salet et al., 1999). Estes resultados mostram a importância da manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, proporcionada pelo plantio direto. O plantio convencional, com aração e gradagem, pelo contrário, atua no sentido da exposição da matéria orgânica à insolação acelerando suas perdas, o que nas condições equatoriais pode ser decisivo para a sustentabilidade do uso do solo.

Aspectos da Toxidez por Alumínio em Plantas

Nos solos o problema da toxidez de alumínio é particularmente grave em valores de pH abaixo de 5,0; embora tenha sido observado em solos com pH 5,5; onde predominam minerais de argila do grupo caulinita (Sposito, 1989). Esta situação favorece a solubilização do alumínio, que na forma livre pode ser acumulado nas raízes das plantas dificultando seu crescimento e a assimilação/redistribuição de fósforo, e vários outros nutrientes como N, Ca e Mg. A manifestação de seu mais grave efeito fitotóxico é exteriorizado pelas deficiências destes elementos nas plantas (Faquim & Vale, 2001). Ressalte-se, então, que a solubilidade do alumínio, bem como sua fitotoxicidade dependem dos fatores do solo como pH, potencial redox, conteúdo de matéria orgânica, características mineralógicas da fração argila e concentração de outros cátions na solução do solo (Foy, 1989).

Dentre as principais causas do pouco desenvolvimento das plantas em solos ácidos, está a toxidez causada pelo manganês e especialmente pelo alumínio. Como efeito principal da fitotoxicidade desses elementos, têm-se uma significativa redução no crescimento do sistema radicular, com sérias implicações no uso de nutrientes e da água ao longo do perfil do solo (Faquim & Vale, 2001). De acordo com Roy et al. (1988), o alongamento das raízes fica impedido, na presença do Al, em virtude da redução da atividade mitótica provocada pelo alumínio, com subsequente aumento da susceptibilidade da planta ao estresse hídrico. Percebe-se, então, que a raiz, órgão mais sensível dos vegetais, atrofia-se reduzindo a formação de radículas laterais, tornando a raiz curta, grossa, frágil, com ápice espesso e coloração marrom (Foy, 1974).

De acordo com Foy (1992) a toxidez de alumínio manifestada por meio do encurtamento de raiz está associada com deficiência de cálcio, alterações na membrana celular, redução na divisão celular e na síntese de DNA. Outro possível sintoma do excesso de alumínio no vegetal é o fato deste elemento geralmente reduzir a permeabilidade do protoplasma e dificultar a entrada de nutrientes, em particular do fósforo através da raiz da planta, além de reduzir a atividade metabólica do fósforo nos tecidos da raiz.

Espécies de plantas e, ou variedades de uma mesma espécie têm demonstrado comportamento diferencial quanto à susceptibilidade à toxidez de alumínio (Al). São características relacionadas com a tolerância de espécies vegetais a este elemento: A capacidade de manutenção da absorção e da translocação de fósforo e de outros nutrientes na presença do Al (Cambraia et al., 1991); a absorção/translocação do próprio Al (Silva et al., 2001b); a exclusão do Al do metabolismo celular; a redução da atividade do Al pela sua complexação por ácidos orgânicos exsudados pelas raízes e a absorção diferencial de cátions e ânions, em especial de $N-NH_4^+$ e $N-NO_3$ que leva a alterações no meio de crescimento na presença de Al (Foy, 1992),

Teores de alumínio no solo acima de 1 mg dm^{-3} são considerados limitantes ao crescimento da maioria das culturas. Alves (1997) observou que *Senna multijuca* e *Stenolobium stans* apresentaram efeitos nocivos do Al a partir de 5 e 20 mg L^{-1} de Al, respectivamente. Já Vale et al. (1996) estudando espécies florestais observaram que *Peltophorium dubium* teve crescimento radicular pouco afetado na presença ($1,48 \text{ mg Kg}^{-1}$) de Al no solo. Beutler et al. (2001) estudando teores de Al (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 mg L^{-1}) em solução nutritiva, verificaram que *Moringa oleifera* e *Anandenantha peregrina* apresentaram efeitos de toxidez a partir de 2,5 mg L^{-1} , sendo que a presença de Al também reduziu os teores de N e P na parte aérea.

Alumínio nos Solos de Várzeas do Maranhão

O Maranhão deve ser o único estado da federação que possui várzeas que secam completamente. Por causa de sua situação geográfica entre a Amazônia úmida e o Nordeste seco, os solos de baixa-
da, principalmente na região centro-norte do estado, sofrem anualmente a influência dos ciclos repetitivos de oxi-redução. Isto significa que durante a estação das chuvas, com os solos saturados e portanto,

na ausência de oxigênio disponível, organismos anaeróbios atuam na decomposição da matéria orgânica utilizando alguns compostos do solo como oxidantes, os quais durante esse processo são reduzidos. Durante a estação seca, uma evapotranspiração elevada, associada a uma precipitação quase nula, reduz a água do solo permitindo a entrada do oxigênio, quando então os elementos do solo, anteriormente reduzidos, se oxidam. Repetidos ano a ano, estes ciclos alteram o complexo sortivo do solo, que apresentam ao mesmo tempo acidez alta e teores de elementos trocáveis como Al^{3+} , Ca^{2+} e Mg^{2+} , também elevados, (Moura, 1991).



Figura 1. Várzea maranhense resultante de depósito de material argiloso do tipo 2:1.

A rigor, até a interpretação das análises de solo, nestas condições fica prejudicada, principalmente quando se observa o crescimento satisfatório de culturas altamente sensíveis ao Alumínio, em solos com teores de Al até 10 vezes superiores ao nível crítico prescrito pelos manuais de interpretação de análises.

A tabela 1 apresentada as análises químicas de quatro solos aluviões com teores de argila variados, onde se verifica ausência ab-

solta de relação entre a acidez e os teores de cátions básicos. Os resultados das análises dos 4 solos (I, II, III e IV) classificados como vertissolos e da testemunha (T) classificado como latossolo foram obtidos segundo metodologia descrita por Embrapa (1997). Percebe-se pela Tabela 1 que os valores encontrados para alumínio (Al^{3+}), Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+}) foram contrastantes quando comparados com a testemunha. Como esperado este contraste foi mais evidenciado para o elemento alumínio.

Como se pode verificar na Tabela 1, o alumínio determinado por meio do extrator KCL 1 mol L^{-1} (EMBRAPA, 1997) apresentou-se muito acima de $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ que é o nível crítico de toxidez a valores de pH igual a 5,0; (Raij, 1991), e muito acima dos valores médios ($0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) encontrados nos solos sob cerrado do Brasil Central (Ribeiro et al., 1999). Embora a concentração de Al seja elevada, devido a presença concomitante de cálcio e magnésio; as culturas tendem a não apresentar sintomas de toxidez por alumínio.

Tabela 1. Resultados das análises de quatro solos da Baixada mostrando os altos teores de Al, Ca e Mg, característicos da região ^a.

Solos	C_{org} dagkg ⁻¹	Ca	Mg	Al	K	H	CTC	V^b	m^c	P	pH	areia silte argila		
												g.kg ⁻¹		
I	1,8	5,0	6,0	6,8	0,25	3,8	21,8	51	31	11	3,9	40	240	720
II	2,3	9,1	7,5	7,0	0,21	2,6	26,4	63	26	4,5	4,6	50	240	710
III	1,7	4,8	4,6	8,0	0,20	1,1	18,7	51	42	16	4,6	250	170	580
IV	2,2	3,5	3,3	5,1	0,31	2,3	14,5	49	35	12	4,3	60	540	400
T	2,0	2,4	2,1	0,8	0,17	0,4	5,9	78	13	5,0	4,1	90	700	200

^b $V=SB/CTC$

^c SB/CTC

Em relação à textura dos solos, percebe-se (pela Tabela 1) que são preferencialmente argissolos, enquanto a testemunha apresenta textura siltosa. O fato dos solos estudados serem argilosos favorece a interação do alumínio com a fração mineral do solo, no caso óxidos de ferro e manganês. Em relação à fertilidade dos solos percebe-se uma certa coerência entre os resultados (Tabela 1), exceto para a baixa concentração de fósforo no solo II.

Visando verificar as formas de alumínio presentes no solo alguns autores (Mendonça, 1995 e Rouret, 1989) têm usado diversos

reagentes para a extração diferenciada do alumínio. No que diz respeito a utilização de diferentes extratores para determinação de alumínio, a Tabela 2 apresenta os valores obtidos por Silva (2002) para extração de alumínio em quatro solos da baixada (I, II, III e IV) e uma testemunha (T). Pode-se observar que a extração por KCl, tanto por titulometria quanto por ICP-OES, foi menos eficiente na extração do Al quando comparado com os demais extratores. Este comportamento se explica porque, embora o KCl extraia as formas facilmente trocáveis de Al, fracamente retidas nos sítios de troca, a concentração utilizada nas análises é muito baixa. Os resultados deste extrator, como esperado, foi diferente quando avaliado por um procedimento analítico como titulação e por um equipamento mais sensível, no caso Plasma (ICP-OES). Já os resultados obtidos por meio da adição dos extratores $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ e CuCl_2 revelaram diferenças contrastantes. Este comportamento pode ser explicado porque, devido o reagente CuCl_2 extrair formas reativas e fortemente complexadas com a fração orgânica e mineral, a quantificação é menos expressiva que o reagente $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, que tem a capacidade de extrair formas não reativas de Al, embora fortemente complexadas com a matéria orgânica. Desse modo, com base nos resultados da tabela 2 pode ser considerado que a solução de $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ foi o melhor extrator pois conseguiu retirar o Al retido nas formas mais recalcitrantes, mesmo estando numa concentração mais baixa que o CuCl_2 no caso $0,5 \text{ mol L}^{-1}$. Embora seja conhecido que o Al possa formar complexos mais estáveis com a matéria orgânica, é possível que haja deslocamentos deste elemento por meio da presença de outros elementos como o cálcio e magnésio. O deslocamento de Al dos sítios de troca da matéria orgânica pode acarretar em problemas de toxidez de Al no meio, muito embora não tenha sido, aparentemente, presenciado nos resultados apresentados por Silva (2002).

Tabela 2. Concentração de alumínio obtido por meio de diferentes extratores

SOLOS	KCl ^a	KCl ^b	Na ₂ P ₂ O ₇ ^c	CuCl ₂ ^d
	cmol _c dm ⁻³			
I	6,8	8,1	147	42
II	7,0	8,5	150	44
III	8,0	9,2	176	50
IV	6,1	8,0	144	39
T	0,8	2,7	17	5,3

^a Teste 1, extração por KCl e determinação via titulometria.

^b Teste 2, extração por KCl e determinação via ICP-OES.

^c Teste 3, extração de Al por Na₂P₂O₇ e determinação via ICP-OES.

^d Teste 4, extração de Al por CuCl₂ e determinação via ICP-OES.

Deve-se ressaltar, quanto aos resultados da tabela 2, que os vários métodos utilizados na determinação do Al não discriminaram os solos quanto à toxicidade por alumínio, desde que não houve correspondência entre os teores extraídos dos solos e o crescimento das plantas em vasos, para nenhum dos métodos. Nem o extrator menos agressivo (KCl) nem os mais fortes (Na₂P₂O₇ e CuCl₂), não se revelaram capazes de separar os solos quanto aos teores de Al que teoricamente deveriam estar complexados em quantidades desiguais por conterem níveis muito diferentes de matéria orgânica.

Alumínio e Matéria Orgânica

Uma das mais importantes características da matéria orgânica do solo (MOS) reside na presença de cargas predominantemente negativas que se desenvolvem na sua superfície. Por isso a interação de cátions nutrientes com a MOS envolve mecanismos de diferentes vínculos. Cátions como Ca, Mg e K, interagem predominantemente por via eletrostática, enquanto que os metais de transição (Zn, Mn, Fe e Cu) e formas de Fe³⁺ ligam-se de formas variadas (Duffus, 2001). Cátions não nutrientes, especialmente Al³⁺, também competem por sítios de ligação. Os estudos entre a ligação da matéria orgânica com cátions são realizados por meio da fração humificada da matéria, no caso as substâncias húmicas. A força de ligação de vários metais com estas substâncias, depende das condições do meio, mas segue, preferencialmente, a seguinte ordem: Fe > Al > Cu > Ni > Co > Pb > Zn > Mn > Ca > Mg (Medeiros e Mendonça, 1994).

Como pode ser observado a MOS apresenta alta afinidade pelo íon ferro e alumínio, formando com ele complexos de forte interação pois estão oclusos, por isto são chamados de esfera interna (Meurer et al., 2000). Moléculas orgânicas de alto peso molecular (substâncias húmicas) são capazes de imobilizar o alumínio e o ferro livre na solução do solo, inibindo, portanto, seus efeitos fitotóxicos (Osterroht, 2002). Assim em sistemas de manejo que mantêm grande quantidade de resíduos na superfície do solo, como no sistema de plantio direto (SPD), a matéria orgânica pode ser uma forma de imobilização do alumínio da solução do solo, pelo menos temporariamente. Amaral et al. (2001) e Myazawa et al. (2000) sugeriram que a constante adição de resíduos vegetais à superfície do solo em SPD favorece a diminuição da toxidez por alumínio, devido à atuação dos processos químicos de complexação desse elemento por ligantes orgânicos e de hidrólise, em razão do aumento do pH do solo.

A complexação de alumínio em solos ácidos no SPD pode acontecer em condições de altos ou baixos níveis de Al^{3+} . No primeiro caso, a complexação de alumínio ocorre na superfície dos colóides do solo, pelos ácidos húmicos (complexo de esfera interna). No segundo, o alumínio é complexado na solução do solo por ácidos fúlvicos da matéria orgânica estabilizada ou por ácidos orgânicos de baixo peso molecular provenientes da decomposição dos resíduos vegetais (Anghinoni & Salet, 2000). Entre os ácidos orgânicos de baixo peso, os que apresentam maior capacidade de amenização da toxidez por alumínio são os cítrico, oxálico e tartárico (Hue et al., 1986). Diferenças quanto aos teores de cátions e monóxido solúvel, também explicam a capacidade diferenciada quanto à neutralização da toxidez por alumínio, que normalmente são maiores em resíduos de adubos verdes como: aveia, nabo, tremoço, leucena, mucuna, e crotalária, (Myazawa et al., 2000)

Silva (2002) estudando solos de baixada no Maranhão, por meio de experimentos em casa de vegetação, encontrou presença satisfatórias de MO, com valores variando de 1,7 a 2,3 dag de carbono orgânico por Kg de solo. Portanto, à medida que aumentam as quantidades de resíduos orgânicos no solo, cresce a quantidade de alumínio complexado, tanto na fase sólida como na solução do solo, devido ao aumento das substâncias orgânicas solúveis (Meurer et al., 2000). E com isto tem-se uma inibição na toxicidade deste elemento. No caso dos solos do Maranhão esta inibição é auxiliada pelos altos teores de

cálcio e magnésio, como pode-se observar pelos dados fornecidos na Tabela 1. Embora já existam exaustivos estudos relacionando a MOS ao manejo de solos tropicais (Mielniczuk, 1999), estudos da influência do cultivo sobre a dinâmica das diferentes frações orgânicas e das formas de alumínio no Maranhão ainda são pouco conhecidas. Por esta razão é necessário conhecer melhor a interação e dinâmica do alumínio nos solos da Baixada Maranhense.

Considerações Finais

Nos solos de baixada, como o caso da Baixada Maranhense, o manejo deve ser adequado para que possam ser cultivados de forma econômica e sustentável, porque apresentam restrições diversas, são pouco permeáveis e estão posicionados em cotas mais baixas na paisagem, portanto, sujeitos à saturação por água durante alguns períodos do ano. Estes solos necessitam de um manejo criterioso, necessitando de pesquisas para sua utilização de forma sustentável, principalmente em função das fortes transformações que ocorrem no meio como a mudança de um ambiente óxico para anóxico. Uma característica peculiar de solos de baixada no Maranhão é a presença de alumínio concomitantemente com Ca e Mg o que inibe a toxicidade deste elemento para as plantas. A sustentabilidade da agricultura, nas condições equatoriais da baixada só pode ser alcançada se forem evitadas as práticas que contribuem para aumento excessivo da decomposição da matéria orgânica do solo. Cabe lembrar que a sustentabilidade de um sistema agrícola dificilmente poderá ser monitorada por meio de um único atributo. Porém, o teor de matéria orgânica é considerado o atributo que melhor representa a qualidade do solo, mesmo sendo alterado pelas práticas de manejo. O seu declínio no solo, ao longo do tempo, estará indicando algum erro no sistema de manejo adotado, e a persistência do erro, inevitavelmente, conduzirá a uma exploração agrícola não sustentável do ponto de vista econômico e, principalmente, ambiental.

Referências Bibliográficas

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils**, Great Britain: Black Academic, 1993. 339 p.

ALVES, R. M. N. Comportamento diferencial ao Al em solução nutritiva de espécies florestais. (**Dissertação de Mestrado**). Lavras. Universidade Federal de Lavras, 1997. 92p.

AMARAL, A. S., ANGHINONI, I., MEURER, E. J. Alteração de parâmetros químicos do solo pela respiração superficial de calcário no sistema plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.**, 36:695-702, 2001.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Rev. Bras. Cie. Solo**. 21:105-112, 1997.

BOHEN, H., MEURER, E. J., BISSANI, C. . Solos afetados por sais (109-126). In: MEURER, E. J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Genesis. Porto Alegre, 2000.175p.

CAMBRAIA, J.; SILVA, M. A.; CANO, M. . A., SANTANNA, R. Método simples para a avaliação de cultivares de sorgo quanto a tolerância ao alumínio. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.** 3:87-95, 1991.

CRITTER, S. A. M., FREITAS, S. S., AIROLD, C. Microbial biomass and microcalorimetric methods in tropical soils. **Termochimica Acta**. 394:145-154, 2002.

DUFFUS, J. H. Heavy metals: a meaningless term. **Chemical International research**. 23(6):163-167, 2001.

EMBRAPA -EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Métodos de Análises de Solos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: EMPRAPA, 1997. 212p.

FAQUIM, V., VALE, F. R. Toxidez por alumínio e de manganês em calagem: a base da produtividade. **Informe Agropecuário**. 15.(170):28-36, 2001.

FAURE, G. **Principles and Applications of Inorganic geochemistry**. New York, John Wiley 19991, 456p.

FOY, C. D. Effects of aluminium on plant growth (601-642). In: CARSON, E. W. ed. **The plant root and its environment**. University Press of Virginia, 1974. 723p.

FOY, C. D. Soil chemical factors limiting plant root growth (97-149). In: HATIFIELD, J. L., STEWART, B. A. Eds. **Advances in soil science: Limitations to plant roots growth**. New York, Springer-Verlag. 1992. 229p.

FOY, C. D. Soil chemical factors limiting plant root growth. (97-131). In: HATIFIELD, J. L.; MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba, Potafos, 1989. 201p.

GAO, S. WALKER, W. J., DAHLGREN, R. A., BOLD, J. Simultaneous sorption of Cd, Cu, Ni, Zn, Pb and Cr on soils treated with sewage sludge supernatant. **Water, Air and Soil Poll.** 93:331-345, 1997.

GUILHERME, L. R. G. MARQUES, J. J. ; PIERANGELI, M. . P. Elementos-traço em solos, sedimentos e águas. **Anais V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas**. Belo Horizonte (30-55), 2002

JACKSON, M. L. Aluminium bonding in soils: a unifying principles in soil science. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** Madison, 27(1):5-9, 1963.

KABATA-PENDIAS, A. PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton, CRC Press, 2001. 413p.

KONONOVA, M. M. **Materia orgânica del suelo: su naturaleza, propiedades y métodos de investigación**. Barcelona, OikosEd. 1982. 365p.

LAKE, D. J. Sludge disposal to land. IN: LESTER, J. N. **Heavy metals in wastewater and sludge treatment process**. V. 2. CRC Press Inc, Flórida, 1987.p. 92-124.

LAMIM, A P. B. Caracterização de turfa litorânea e estudo da adsorção competitiva de cádmio, cobre, chumbo e zinco. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1995.118p.(**Tese Mestrado**).

MANRIQUE, L. A. Effect os extreme soil acidity on plant growth and yield of cassava. **Trop. Root tuber crops newsletter**. 16:27-36, 1986.

MARTÍNEZ, J. M. F., ESTRELLA, L. H. Advances in the understanding of aluminium toxicity and the development of aluminium-tolerant transgenic plants. **Advances in Agronomy**, 66:103:120, 1999.

MENDONÇA, E. S. Oxidação da material orgânica e sua relação com diferentes formas de alumínio de latossolos. **Rev. Bras. Cie. Solo**. 17:25-30, 1995.

MEURER, E. J., RHENHEIMER, D., BISSANI, C. A. Fenômenos de superfície (77-126). In: MEURER, E. J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Genesis. Porto Alegre, 2000.175p.

MEURER, E. J.; ANGHINONI, I. A solução do solo (63-76). In: MEURER, E. J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Genesis. Porto Alegre, 2000.175p.

MIELNICZUK, J. Materia orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas (1-8). In: SANTOS, G. A., CAMARGO, F. A. O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. 491p.

MOURA, E. G. Avaliação das qualidades físicas dos solos de duas transeções na baixada ocidental maranhense. Universidade Estadual Paulista. (**Dissertação de Mestrado**. Campus de Botucatu. São Paulo, 1991. 129p.

MYAZAWA, M. PAVAN. M. ., FRANCHINI, J. C. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. **Informações Agronômicas**. No 92, 2000. 8p.

OSTERROHT, M. V. Alguns aspectos de dinâmica da matéria orgânica em solos tropicais. **Rev. Agroecologia**. 17:04-07,2002.

PILLON, C. N. Sequestro de carbono por sistemas de manejo e seus reflexos sobre o efeito estufa. **4º Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas**, Viçosa. 2001.289p.

PRIMAVESI, A. A fertilidade do solo. **Rev. Agroecologia**. 8:5-6, 2001.

RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FULLANI, A. M. C. **Boletim Técnico No 100**. 2ª ed. IAC. Campinas, 1997.285p.

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Ed. Ceres São Paulo, 1991, 343p.

RAURET, G. extraction procedures for the determination of heavy metals in contaminated soil and sediment. **Talanta**, v.46, p.449-455, 1998.

RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G., ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª aproximação**. CFEMG. Viçosa, 1999. 359p.

ROY, K. A., SHARMA, A., TALUKDER, G. Some aspects of aluminium toxicity in plants. **The Bot. Rev.**, 54:145-178, 1988.

SALAMANCA, E. F., RUBUCH, M., JOERGESEN, R. G. Relationships between soil microbial indices in secondary tropical Forest soils. **Applied Soil Ecology**. 21:211-219, 2002

SALET, R. L.; ANGHINONI, I.; KOCHHANN, R. A Atividade do alumínio na solução de solo do sistema plantio direto. **Rev. Cient. UNICRUZ**, 1:9-13, 1999.

SCHWERTMANN, U., CORNELL, R. M. **Iron oxides in the laboratory**. Weinheim, VHC, 1991. 137p.

SILVA A. C. Espectrometria de ressonância magnética nuclear em amostras de ácidos húmicos. **Caderno de Pesquisa**. 12(1):38-44, 2001.

SILVA A. C., SANTOS, T. C. R., AMARANTE Jr. O. P., NUNES, G. S. Comportamento do herbicida atrazina em presença de ácidos húmicos. **Revista de Pesticidas**. (submetido).

SILVA, A C., MENDONÇA E. S. FONTES, R. L. F., REIS, E. L. Fractal dimension of humic acids in the absence and presence of metals. **Commun. Soil Plant Anal.** (in press).

SILVA, A C., MENDONÇA E. S. Modelo fractal de substâncias húmicas. **Revista Ciência Rural**. 31(5):903-908, 2001.

SILVA, A C., MENDONÇA E. S., LOBATO, M., REIS, C. Natureza fractal das substâncias húmicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 24(4):759-766, 2000.

SILVA, A C., MENDONÇA E. S., REIS, C. Dimensão fractal de ácidos húmicos em diferentes condições experimentais. **Quím. Nova**. 26(3):344-349, 2003.

SILVA, A. C. Reavaliação dos níveis críticos de alumínio em solos da Baixada Maranhense. **Relatório Final**. CNPq. Brasília. 2002. 35p.

SILVA, I. R., SMITH, T. J., BARROS, N. F., NOVAIS, R. F. Physiological aspects of aluminium toxicity and tolerance in plants (277-335). In: ALVAREZ, V. H., SCHAEFER, C. E. G. R., BARROS, N. F. (Eds). **Tópicos em ciência do solo**. Volume II.2001b. 691p.

SOUSA, R. O., CAMARGO, F. A. O., VAHL, L. C. (126-150). Solos alagados In: MEURER, E. J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Genesis. Porto Alegre, 2000.175p.

SPOSITO, G. **The chemistry of soil**. Oxford University Press. New York, 1989. 277p.

STEVENSON, J. F. **Humus chemistry – Genesis, composition, reactions 2**, ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. 496p.

TAN, K. H. **Environmental soil science.** Marcell Dekker, New York. 1994. 304p.

THENG, B. K. G., TATE, K. R., SOLLINS, P. Constituents of organic matter in temperate and tropical soils (5-32). In: COLEMAN, D. C., OADES, J. M., UEHARA, G. (eds). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems.** Hawaii, 1989. 249p.

VALE, F. R.; FURTINI NETO, A. E.; RENÓ, N. B.; FERNÁNDEZ, L. A. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesq. Agrop. Bras.** 31:609-616, 1996.

VON UEXKÜLL, R. A., MUTERT, E. Global extent, development and economic impact of acid soils (5-19). In: DATE, R., GRUNDON, N. J., RAYMENT, G. E. (Eds) **Plant-Soil interactions at low pH; principles and management.** Dordrecht, 1995, 230p.

WRIGHT, R. J. Soil aluminium toxicity and plant growth. **Commun. Soil Sci. and Plant Anal.** 20:1479-1492, 1989.

ZECH, W., SENESI, N., GUGGENBERG, G. KAISER, K., LEHMANN, J. MIANO, T. M., MILTNER, A., SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma.** 79:117-161, 1997.

MELIPONICULTURA: UMA ATIVIDADE ESSENCIAL PARA A ECONOMIA FAMILIAR DO TRÓPICO ÚMIDO

José Maurício Dias Bezerra*

Introdução	161
A importância da Conservação das Abelhas Indígenas Sem Ferrão	161
Os Hymenoptera	165
Caracterização Morfológica	166
Determinação do sexo nos Hymenoptera	167
Evolução dos Hymenoptera	167
A Família Apidae	170
A diferenciação das castas nas abelhas sociais	172
Variabilidade Genética nas Abelhas Indígenas sem Ferrão	178
Aspectos da Criação de <i>Melipona compressipes fasciculata</i> no Estado do Maranhão	182
Adaptação e padronização de colméias racionais	185
Colméia Marthi	187
O Método de Acompanhamento Supervisionado (MAS)	198
Resultados Alcançados	203
Agradecimentos	204
Referências Bibliográficas	217

Introdução

A importância da Conservação das Abelhas Indígenas Sem Ferrão

As abelhas indígenas sem ferrão são as principais polinizadoras da flora brasileira e atualmente, com o processo de degradação de

* Prof. Adjunto do Departamento de Química e Biologia / Programa de Pós-Graduação em Agroecologia.
maubez@terra.com.br

nossas florestas, elas estão fortemente ameaçadas de extinção, gerando, dessa forma, uma diminuição de nossos recursos naturais e, conseqüentemente, uma redução da nossa biodiversidade. Para evitar esse dano ecológico é de fundamental importância conhecer a biologia dos meliponíneos, principalmente as abelhas do gênero *Melipona*, exclusivamente neotropicais, que têm como sua principal representante no Maranhão a *Melipona compressipes fasciculata*, a Tiúba, como é popularmente conhecida (Figura 1). Apesar de ainda não possuírem manejo específico, como outras abelhas, por serem menos conhecidas e estudadas, possuem um grande potencial para a meliponicultura. É o caso da abelha Tubí (*Scaptotrigona* sp) e da Uruçu Amarela (*Melipona rufiventris*), que assim como a Tiúba, são ótimas produtoras de pólen, mel, própolis e geoprópolis.



Figura 1. Abelhas de Tiúba, rainha e operárias, durante o processo de oviposição.

Embora seja a meliponicultura uma prática muito comum em alguns lugares do interior do Maranhão, é de fundamental importância difundir entre os agricultores maranhenses os benefícios dos meliponíneos na agricultura, enfatizando seu papel como agentes polinizadores de uma variedade de culturas, inclusive quanto a facilidade de manejá-las graças à sua convivência harmoniosa com homens e animais, por não possuírem um ferrão funcional. Para tanto,

devem ser práticas freqüentes, permanentes e incentivadoras de nossas instituições democratizar o conhecimento acadêmico, a respeito da variabilidade e da estrutura genética dessas populações, aperfeiçoar e descobrir novas técnicas de manejo e divisão de colônias que garantam a sua perpetuação de forma a contribuir para a um ambiente mais saudável e para uma melhor qualidade de vida das famílias rurais. Cabe enfatizar que a troca constante e permanente de conhecimentos e experiências entre as instituições permite uma abordagem mais geral e a elaboração de novos conhecimentos, possibilitando o melhor entendimento da diversidade biológica e biogeográfica das abelhas.

Infelizmente na maioria dos projetos que visam a conservação ambiental e que envolvem a conservação de espécies ameaçadas, é muito comum dar-se prioridade aos grandes mamíferos, o que nem sempre é o suficiente para efetivamente livrar esses animais de extinção. Uma outra estratégia bastante equivocada é a tentativa de salvação de árvores nativas brasileiras sem uma preocupação séria com a polinização cruzada para a produção de sementes, o que garantiria a perpetuação dessas espécies e de um grande número de organismos a elas relacionados. Se no primeiro caso não existe preocupação com a manutenção da cadeia alimentar, no segundo ocorre um completo desconhecimento da importância das abelhas nativas como polinizadores efetivos das fanerógamas. Além disso, essas abelhas são responsáveis por 30% a 90% da polinização das árvores nativas brasileiras, conforme o ecossistema, sendo a restante realizada pelo vento e por outros animais. Portanto, quaisquer que sejam as tentativas de conservação ambiental, as abelhas nativas são de extrema importância para a manutenção e a dinâmica de ecossistemas em equilíbrio.

Os meliponíneos são insetos eussociais avançados, o que significa dizer que existe sobreposição de geração entre os membros familiares, uma completa especialização de casta, tanto em nível morfológico quanto comportamental e fisiológico, com uma fêmea reprodutora responsável pela postura da maioria dos ovos, a rainha, e várias fêmeas estéreis, ou semi-estéreis, as operárias, responsáveis pela manutenção e organização da colônia. Além disso, essas sociedades possuem ninhos perenes, com uma grande quantidade de indivíduos adultos. Apesar desse grande número de indivíduos presentes nos ninhos dos meliponíneos, eles são extremamente frágeis a dis-

túrbios ambientais. Durante as queimadas de nossas florestas, um ato extremamente comum no interior do Brasil, ocorre uma dizimação de um grande número de ninhos presentes nesses ambientes, pois, ao contrário da estratégia de migração das abelhas do gênero *Apis* quando se sentem ameaçadas, nos meliponíneos a rainha não consegue voar e nem sair do ninho, devido ao grande desenvolvimento do abdome, fazendo com que um grande número de polinizadores desapareça rapidamente. Em relação aos ninhos subterrâneos, correspondente a 3% das espécies de meliponíneos, a situação não é diferente. Se estes conseguem escapar do fogo, logo em seguida são destruídos pelas primeiras arações. Como essas abelhas são sensíveis à redução das populações, devido ao aumento da probabilidade de homozigose no *locus xo*, um dos principais *loci* que determinam o sexo, aumenta ainda mais as chances desses insetos desaparecerem, por meio da produção de gerações consecutivas de machos diplóides.

Pode-se afirmar então que com a conservação dos meliponíneos, grandes benefícios sociais são previstos:

1) em projetos de reflorestamento essas abelhas garantirão a perpetuação de plantas utilizadas por homens e animais, favorecendo, principalmente, projetos que visam o extrativismo;

2) algumas espécies de meliponíneos produzem um mel diferenciado, orgânico, vendido a um preço bem mais elevado do que o de mel de *Apis*. Como essas abelhas podem ser criadas próximo às casas do pequeno agricultor e os custos de manutenção com as colméias são menores que os de *Apis*, o agricultor poderá fazer parcerias com seus vizinhos e montar pequenas cooperativas para produção desses méis e, sendo um produto natural e que está associado à conservação ambiental, poderão vendê-los a preços melhores e mais atraivos, sem que estes deixem de executar sua atividade principal. Esses meliponicultores poderão também comercializar colônias, rainhas e acessórios para a criação, fazendo com que a meliponicultura se torne uma renda adicional da família rural;

3) as abelhas sem ferrão poderão ser utilizadas como polinizadores de determinadas culturas, aumentando, dessa forma, a produtividade e, conseqüentemente, o poder aquisitivo do pequeno produtor rural;

4) várias áreas que estão sendo reflorestadas poderão ser povoadas com meliponíneos que estejam sendo mantidos pelo pequeno agricultor;

5) aumento da interação entre os meliponicultores, favorecendo a troca de material, informações e experiências entre eles;

6) como essas abelhas não oferecem risco algum, elas poderão ser usadas na reconstituição de ecossistemas costeiros, como os manguezais, podendo servir como uma alternativa de renda para colônias de pescadores no litoral maranhense;

7) essas abelhas poderão ser criadas em escolas, por estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Superior, servindo como material de auxílio nas aulas de ciências e como material didático em palestras e cursos sobre educação ambiental, além de conscientizar os alunos do valor da conservação ambiental e despertar neles o interesse pela pesquisa científica;

8) Podem servir ainda para aumentar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em regiões pobres do Estado, pois essa atividade possui grande capilaridade e permeabilidade entre os diversos segmentos da sociedade, facilitando a distribuição de renda, pois para a sua prática várias atividades são necessárias, tais como: fabricação de estantes e colméias de madeira, construção de galpões, produção de colônias, fabricação de alimentadores, embalagens e rótulos, etc.

Os Hymenoptera

De todas as ordens pertencentes à classe dos insetos, uma das que merecem maior destaque é a Hymenoptera, à qual pertencem as abelhas, vespas e formigas. A importância desta ordem se deve ao fato dela abranger uma grande diversidade de espécies, ocupando o terceiro lugar em número entre os insetos existentes, com mais de 100.000 espécies. Estudos recentes mostram que as regiões tropicais possuem a maior riqueza em número de espécies do que as regiões temperadas. Além disso, estima-se que nas florestas tropicais 25% de toda a fauna de artrópodes seja representada por espécies de himenópteros. A característica dos Hymenoptera mais importante para a população humana reside no fato de que esse grupo de animais possui espécies responsáveis pela elaboração de produtos comerciais, como mel, pólen, cera, própolis, colônias e geléia real, mas, sobretudo, por constituir um valor ambiental inestimável, pois seus representantes compreendem componentes vitais do ecossistema terrestre. Além disso, seus efeitos benéficos na agricultura, servindo como polinizadores e no controle biológico, são insubstituíveis.

A variedade de formas e a diversidade de estratégias reprodutivas levaram os representantes dessa ordem a ocupar os mais diversos ambientes da Terra. Na sua ausência, boa parte das fanerógamas (plantas que produzem flor) hoje existentes não terá defesa nem mecanismos eficientes de procriação que os substituam, e a regulação de populações naturais será prejudicada, afetando a composição e a abundância de outros grupos de espécies (Theobald, 1937; Sabrosky, 1952; Michener, 1974; Roubik, 1989; La Salle e Gauld, 1993).

Apesar dos Hymenoptera serem uma das maiores e mais importantes ordens do reino animal para o homem, ela ainda é pouco conhecida e estudada. A grande maioria das espécies, cerca de 95% dessas, é constituída por abelhas solitárias. Somente 5% das espécies são sociais ou possuem algum nível de organização social. Apesar disso, a evolução da socialidade dos animais atingiu seu apogeu nesta ordem, pois ela possui a maioria dos insetos sociais e em todos os níveis de organização social (Michener, 1974).

Caracterização Morfológica

Os Hymenoptera caracterizam-se por apresentar uma cabeça hipognata, que é conectada ao tórax por um fino “pescoço”. Além disso, a cabeça possui olhos compostos grandes em posição lateral que associados a presença de três ocelos na região superior da cabeça dá ao animal uma melhor percepção de imagem e luminosidade, dando-lhe também uma maior mobilidade e agilidade. As peças bucais são do tipo mastigador ou mastigador-sugador com estruturas mandibulares sempre presentes. Possuem também antenas multiarticuladas, fazendo dessas uma das principais estruturas sensoriais desses organismos. O tórax desses animais é amplo e musculoso, permitindo uma melhor eficiência de vôo quando comparado a outros insetos. Ligado ao tórax estão presentes dois pares de asas membranosas, daí o nome da ordem, sendo as anteriores mais desenvolvidas que as posteriores. O abdome está intimamente ligado à região torácica pelo primeiro segmento abdominal, ao qual se funde completamente ao tórax. Dessa união entre o tórax e o abdome ocorre o aparecimento de um estrangulamento da região anterior do abdome em uma grande maioria de espécies o que permite uma maior mobilidade para oviposição e uma maior agilidade para defesa e/ou ataque. Em muitas espécies o aparelho ovipositor é modificado dando origem a um órgão cortador ou per-

furador, utilizando para inserir ovos em tecidos de animais e plantas. Em outras espécies esse mesmo aparelho, associado a glândulas de veneno, é utilizado como uma arma de defesa e ataque, o ferrão. A grande maioria das espécies possui larvas ápodas que constroem um casulo pupal durante sua metamorfose. O sucesso evolutivo dessa ordem deve-se principalmente aos hábitos alimentares e provisionamento das larvas, a estrutura corporal morfo-fisiológica e ao mecanismo de determinação do sexo.

Determinação do sexo nos Hymenoptera

A ordem Hymenoptera divide-se, quanto à determinação do sexo, em espécies endogâmicas e panmíticas. Porém todas as espécies se caracterizam basicamente por ter o sistema de determinação sexual do tipo haplodiplóide, em que as fêmeas são diplóides ($2n$), por se desenvolverem de óvulos fecundados, e os machos, haplóides (n), por se desenvolverem a partir de óvulos não fecundados, ou seja, por partenogênese arrenótoca (literatura em Woyke, 1986 e Kerr, 1997). Este sistema de determinação sexual faz com que todos os espermatozóides de um único macho carreguem genomas idênticos, diferenciando-se apenas por mutações espontâneas, resultando em um alto parentesco entre fêmeas que compartilham os mesmos pais (Breed, 1989).

As fêmeas dos Hymenoptera possuem uma estrutura ligada na parte posterior do aparelho reprodutor denominada de espermateca. A função da espermateca é armazenar os espermatozóides dos machos provenientes do acasalamento sexual. A presença de uma musculatura ligando a espermateca ao abdome, associada a células nervosas, faz com que as fêmeas desses animais percebam a passagem dos ovos pelo oviducto fazendo com que esses sejam fertilizados pela simples contração da espermateca. Portanto, esse mecanismo permite que as fêmeas escolham o sexo de seus descendentes, controlando dessa forma a razão sexual da progênie. Essa escolha dependerá de diversos fatores tais como recursos disponíveis para alimentação, defesa, abrigo, densidade populacional, entre outros.

Evolução dos Hymenoptera

Os himenópteros descendem de organismos primitivos, possi-

velmente animais aparentados de moscas e borboletas da super-orde Mecopteróidea (Figura 1). Esse himenóptero hipotético primitivo deu origem a dois grandes grupos de himenópteros: os Symphita e os Apócrita. Os Symphita caracterizam-se por se tratar de um grupo bastante restrito de animais e apresentar o abdome fortemente ligado ao tórax sem constrição abdominal, possuindo hábitos fitófagos e minadores de caule, folha e fruto. Já os Apócrita reúnem mais de 90% dos Hymenoptera possuindo como principal característica o estreitamento do primeiro segmento abdominal, o qual durante o processo evolutivo incorporou-se ao tórax formando o propódeo.

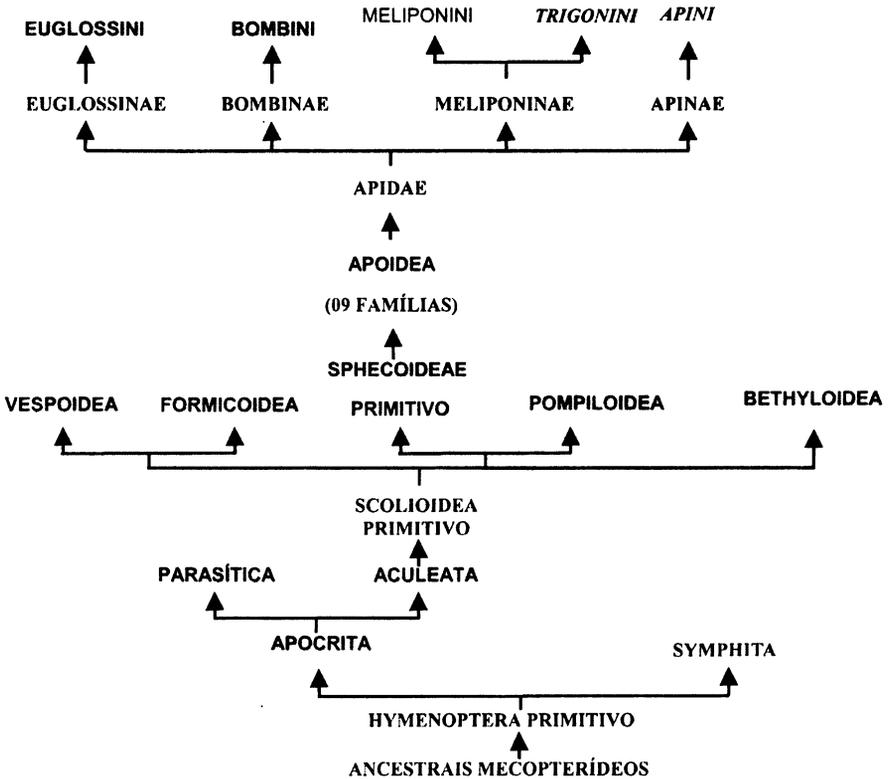


Figura 2. Filogenia dos Hymenoptera ressaltando a evolução dos apídeos sociais importantes para a economia familiar.

Muito provavelmente o aparecimento do propódeo constitui a principal estrutura morfológica para o sucesso dos Hymenoptera, pois deu uma grande mobilidade abdominal aos seus portadores em comparação com animais de outros grupos de insetos. Outras características que chamam a atenção nos Apócrita é o fato de suas larvas serem ápodas e possuírem cápsula cefálica reduzida. Muitos são predadores e parasitóides de outros insetos, contribuindo para o controle biológico de pragas agrícolas, enquanto outros alimentam-se de néctar, pólen e seiva vegetal.

Os Apócritas possivelmente deram origem aos himenópteros Parasítica e Aculeata. Os Parasítica estão restritos a um grupo de animais com o hábito estritamente parasitóide, isto é, para reproduzirem utilizam corpos de outros animais para depositarem seus ovos e esses se desenvolverem. Já os Aculeata são predadores, onde o aparelho reprodutor foi transformado em uma arma de ataque e de defesa, o ferrão. Esse grupo é muito importante para evolução da ordem, pois é dele que deriva os sete mais relevantes grupos de Hymenoptera, representantes das Superfamília Scolioidea, Vespoidea, Formicoidea, Sphecoidea, Apoidea, Pompiloidea e Bethiloidea.

Provavelmente um scolioídeo primitivo deve ter dado origem as superfamílias Vespoidea (vespas propriamente dita), Pompiloidea (vespas grandes que caçam grandes aranhas conhecidas popularmente como cavalo de fogo) e Bethyloidea (vespas parasitas), pois nesse grupo de animais o aparelho ovipositor perdeu a sua função de colocar ovos servindo apenas como um ferrão para defesa e para paralisar insetos nos quais são colocados ovos que servirão de hospedeiros para sua cria. Os Formicoidea derivam, provavelmente, de insetos da superfamília Vespoidae enquanto os Sphecoidae dos pompiloídeos. A superfamília Apoidea provavelmente surgiu de um grupo de insetos semelhantes aos da superfamília Sphecoidae, que abandonou a predação de outros animais que serviam de alimento para suas crias em troca da coleta de néctar e pólen para sua progênie.

Os Apoidea caracterizam-se por apresentar um aparelho mastigador-sugador, possuindo uma dieta basicamente composta de néctar e pólen. Outra característica que chama a atenção é a presença de pêlos espalhados em todo o corpo, os quais são utilizados para a coleta de pólen das plantas. Esse grupo de animais compreende, aproximadamente, 20.000 espécies de abelhas possuindo diversos níveis de organização social variando desde espécies solitárias,

subsociais e parasociais até espécies eussociais. Segundo Michener (1974) a Superfamília Apoidea possui nove famílias: Colletidae, Halictidae, Andrenidae, Oxaeidae, Melittidae, Fidelidae, Megachilidae, Anthophoridae e Apidae. Dessas a família Apidae é a mais importante para a agricultura familiar devido possuir espécies com produção em larga escala de mel, pólen, própolis e outros sub-produtos da abelha.

A Família Apidae

A família Apidae compreende todas as abelhas corbiculadas, ou seja, nessas abelhas encontramos uma estrutura côncava, em forma de colher, a corbícula, localizada nas pernas posteriores, adaptadas para o transporte de pólen. Na família Apidae, sem dúvida a mais importante dentre os Hymenoptera, encontramos a grande maioria das abelhas sociais e as mais amplamente manuseadas e conhecidas pela maioria das pessoas. Esta família possui quatro subfamílias: Bombinae, Euglossinae, Meliponinae e Apinae.

A subfamília Bombinae está distribuída nas regiões Neotropical e Holártica da Terra e é representada pelas abelhas do gênero *Bombus*, que juntamente com as abelhas da família Anthophoridae, subfamília Xylocopinae, contribuem efetivamente para a agricultura familiar, realizando um importante trabalho na polinização do maracujazeiro (para maiores informações consulte Breno e Oliveira Filho, 2001).

A subfamília Euglossinae está distribuída na América tropical compreendendo abelhas de inigualável beleza. Essas se caracterizam por apresentar cores metálicas tais como verde, roxa, amarela e vermelha podendo estar ou não associadas ao preto. Além disso, elas possuem língua bastante comprida o que faz dessas abelhas as principais responsáveis pela polinização das orquídeas nativas das florestas tropicais.

Já os Meliponinae compreendem as abelhas indígenas sem ferrão, com aproximadamente 350 espécies espalhadas na região tropical da Terra, principalmente no continente Americano, enquanto os Apinae são representados pelas abelhas do gênero *Apis*, com cerca de 28 espécies, cuja característica mais marcante é a existência de pelos nos olhos e a presença de ferrão. Essas abelhas se distribuíam inicialmente na Eurásia e África, e foram introduzidas, recentemente, em quase todos os continentes. Enquanto as subfamílias Bombinae, Euglossinae e Apinae possuem apenas uma tribo cada uma, Bombini,

Euglossini e Apini, respectivamente, a subfamília Meliponinae possui duas tribos: Meliponini e Trigonini. Os Meliponini possuem apenas um único gênero, *Melipona*, com aproximadamente 55 espécies espalhadas por todo o Brasil, norte da América do Sul, América Central e Sul do México, enquanto os Trigonini possuem cerca de 21 gêneros distribuído na região equatorial da Terra, principalmente em terras brasileiras.

Apesar de todas essas subfamílias serem importantes para a manutenção da biodiversidade e a conservação dos ecossistemas terrestres somente as abelhas das subfamílias Apinae e Meliponinae fabricam produtos apícolas em quantidades suficientes para serem aproveitados economicamente pelo homem.

A subfamília Meliponinae caracteriza-se, basicamente, por possuir o ferrão atrofiado, a ponto de não ser mais funcional, ter seus olhos sem pelos e machos que realizam tarefas no interior da colônia. As abelhas dessa subfamília são conhecidas popularmente como abelhas indígenas sem ferrão. Essa subfamília é dividida em duas tribos: Meliponini e Trigonini. A tribo Meliponini é exclusivamente neotropical e possui um único gênero, *Melipona*, com cerca de 55 espécies. Os Trigonini, por sua vez, são pantropicais, com aproximadamente 54 gêneros e mais de 300 espécies.

Parte da importância dos Meliponinae deve-se ao fato de se constituírem os agentes polinizadores de 30% a 90% das matas nativas brasileiras (Kerr *et al.*, 1996). Nas florestas do médio Amazonas, por exemplo, 8% das árvores são polinizadas por no mínimo cinco espécies de abelhas, enquanto 14% das plantas são polinizadas por somente uma espécie de abelha (Absy *et al.*, 1984).

Apesar das características morfológicas serem essenciais para observarmos a diferenciação das espécies de abelhas de elevada importância econômica para a produção familiar, os mecanismos de diferenciação das castas existentes nessas abelhas são os principais atributos que caracteriza, diferencia e, ao mesmo tempo, influencia todas as relações de cooperação dentro e fora das colônias dessas abelhas. Saber como esse mecanismo atua nesses insetos é importante para o manejo das colônias, assim como, qualquer intervenção que vise melhoramento da produção apícola.

A diferenciação das castas nas abelhas sociais

Dentre as espécies de abelhas sociais as espécies de abelhas das Tribos Apini, Trigonini e Meliponini são as que melhor se destacam na produção de mel, pólen, geléia real e própolis para a economia familiar.

Possivelmente, os mecanismos de diferenciação das castas existentes nesses animais sejam um dos atributos biológicos mais importantes presentes nesses organismos pelo qual a seleção natural vem atuando fortemente durante milhões de anos, preservando, dessa maneira, as melhores morfologias e fisiologias adaptadas aos diversos ambientes e as diversas atividades da colônia. Sendo assim, conhecer esse processo é extremamente importante para qualquer tentativa de intervenção que objetive a multiplicação dos enxames e a melhoria da criação.

A evolução das castas nas abelhas sociais só foi possível graças ao aproveitamento de todo o aparato hormonal existente responsável pela metamorfose nesses insetos. Um dos hormônios mais importantes na metamorfose e que atua nesse processo é o Hormônio Juvenil (H.J.), que recebeu esse nome por se tratar de um hormônio que bloqueia o desenvolvimento larval em direção a forma adulta, mas que ao mesmo tempo, secretado em determinado período induz a diferenciação entre rainhas e operárias.

O H.J. é secretado pelos *Corpora Allata* (C.A.), um par de estruturas situado logo atrás do cérebro, (WILLIAMS, 1961; WIGGLESWORTH, 1959, IN NIJHOUT & WHEELER, 1982; OBERLLANDERH, 1985; HAGENGULTH & REMBOLD, 1978). Estes se originam no embrião a partir do ectoderma, na parte ventral da cabeça e migram depois para a sua posição definitiva, em ambos os lados do esôfago. Em geral se concorda que o cérebro coordena a função dos C.A. por alguma combinação de impulsos nervosos ou neurohormônios, que alcançam os C.A. através da hemolinfa, ou diretamente por meio de inervações neurosecretoras, (DE KORT & GRANGER, 1981). Durante os estádios larvais o H.J. é secretado ativamente, porém na última muda, os C.A. ficam inativos, o H.J. não é produzido e a forma adulta se desenvolve.

Existe uma fase no último estágio larval chamado "período crítico" onde o cérebro libera um hormônio, denominado protoraxicotrópico, que estimula a glândula protorácica, localizada na parte superior do

cérebro, liberando uma substância chamada ecdisona, a qual aumenta de concentração na hemolinfa do inseto, e a muda é realizada (OBERLLANDERH, 1985). Se uma larva é extirpada o cérebro antes desse período, a última muda não se realiza, apesar do animal viver por muito tempo. No entanto, se essa extirpação for feita após esse período, a muda se realizará, desenvolvendo-se num adulto sem cabeça. Conclui-se então que se a retirada do cérebro ocorre prematuramente, antes desse período, a glândula protorácica nunca é estimulada e a muda não se realiza.

O ecdisona é necessário para cada ecdise, apesar de não percebermos seu efeito porque o mesmo é modificado pela ação do H.J., o qual é secretado mais tardiamente. A simples decaptação induzirá a metamorfose se for realizada após a liberação do hormônio do cérebro, porém antes do aparecimento do H.J.

Conclui-se então que existem três estruturas principais nos insetos relacionados com a metamorfose: os C.A., que produzem H.J., as glândulas protorácicas que fabricam o ecdisona, e o cérebro, que estimula as glândulas protorácicas e os *corpora allata* para a produção de ecdisona e H.J., respectivamente. A integração desses órgãos controla o desenvolvimento normal da metamorfose nos insetos Figura 3.

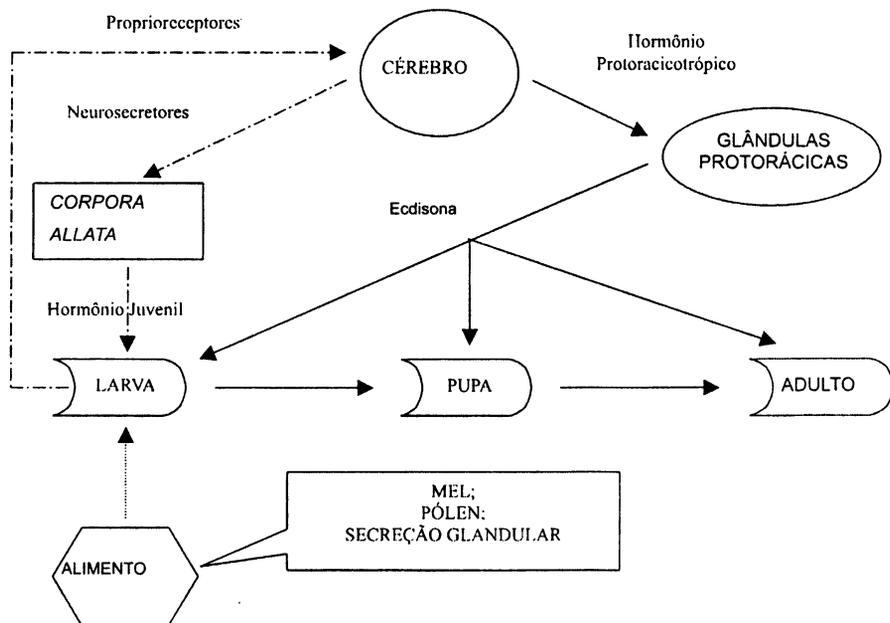


Figura 3. Esquema representativo da metamorfose nas abelhas sociais.

O H.J. na hemolinfa dos insetos, não só é o principal responsável pelo controle da metamorfose, mas também é o agente revelador da maioria das categorias de polimorfismo entre os insetos, inclusive na diferenciação de casta (NIJHOUT & WHEELER; 1982). Existem basicamente três mecanismos que controlam a diferenciação das castas nas abelhas eusociais [a eusociabilidade pode ser definida segundo MICHENER (1974), por apresentar sobreposição de gerações, divisão de trabalho, polimorfismo acentuado e cuidado parental] da família Apidae e que estão relacionados especificamente com as tribos Apini, Trigonini e Meliponini. *Os Apini*

Na tribo Apini, em abelhas do gênero *Apis*, ainda é bastante discutido a diferenciação de casta. Mas determinados autores, tais como ISHAY *et al.*, (1976); ASECOT & LENSKY, (1984); REMBOLD *et al.* (1974), concordam que a quantidade e a qualidade de alimento, possui um papel fundamental para o polimorfismo apresentado por esta tribo. ISHAY *et al.* (1976), observaram que os níveis de açúcares na geléia real são fundamentais para a diferenciação desses indivíduos e durante os cinco primeiros dias de provisionamento a quantidade de açúcares é o fator mais importante nesse processo, funcionando como um agente fagoestimulante.

REMBOLD *et al.* 1974, constataram também que a quantidade e a qualidade de alimento recebido durante a fase larval, principalmente durante os primeiros dias de vida, é a causa mais importante para a diferenciação de castas. Como em ambas as castas as larvas são alimentadas com uma mistura de mel, pólen e secreção glandular, a diferença quantitativa está relacionada a uma maior ingestão de alimento por larvas que originarão rainhas. Já a diferença qualitativa na diferenciação das castas reside no fato de que apenas as larvas que vão originar as rainhas recebem geléia real durante todo o seu desenvolvimento, enquanto as que irão originar operárias só receberão essa substância durante os cinco primeiros dias de vida. Rembold então, verificou também que se tratarmos larvas com H.J. chega-se a um pico de 58% de rainha e 0% de operárias, ou seja, o aumento na concentração de H.J. é diretamente proporcional à diferenciação a favor de rainha. Este mesmo fato é evidenciado por ASECOT & LENSKY, (1984).

A conclusão desses autores (REMBOLD *et al.*, 1974 e ASECOT & LENSKY, 1984) é que ao adicionarmos grandes quantidades de alimento e com alto teor de açúcares, este ao ser ingerido durante o

estágio larval, acionariam os próprioreceptores localizados nas paredes do intestino médio da larva que enviariam estímulos ao cérebro, liberando hormônios que ativariam os C.A. produzindo H.J. o qual ativaria uma bateria de genes femininizantes associados as características sexuais secundárias promovendo a diferenciação da larva em rainha. Se a alimentação é pouca e com baixo teor de açúcar os C.A. nunca são ativados, não produzindo H.J. em quantidades suficientes para a ativação dos genes femininizantes. Por outro lado, as glândulas protorácicas intensificam a secreção de ecdisona nas fases de pré-pupa e início da fase de pupa, produzindo conseqüentemente operárias.

Os Trigonini

Em Trigonini o sistema de produção de rainhas envolve alimentação diferencial, de tal modo que larvas que se diferenciarão em rainhas recebe uma maior quantidade de alimento que aquelas que darão origem a operárias (CAMARGO, 1972). Nestas abelhas não existe diferenciação qualitativa entre o alimento recebido por operárias e rainhas. CAMARGO (1972) verificou a presença de inter-castas em *Scaptotrigona postica*. CAMPOS (1977), observou que o H.J. determina o desenvolvimento de rainhas a partir de larvas de operárias de *Partamona cupira* tratadas com esse hormônio, demonstrando com isso, que essa substância também tem seus efeitos morfogenéticos entre os Trigonini.

CAMPOS (1977), percebeu também que as rainhas obtidas através da aplicação tópica de H.J. tinham seus ovários bem desenvolvidos e o processo de degeneração ovariana que ocorria normalmente durante a fase larval e da fase de pupa não ocorria. Esse autor associou ainda a malformação na margem anterior dos olhos de alguns adultos tratados com H.J. com as altas dosagens dessa substância.

CAMPOS *et al.* (1983), estudou o efeito do H.J. I, II, e III quando aplicadas em larvas de operárias de *Scaptotrigona xanthotricha*, na fase de tecelagem do casulo. Seus resultados mostram que o H.J. I é o que apresenta efeito morfogenético mais acentuado, no que se refere à diferenciação de casta nessa espécie. Já os H.J. II e III não apresentam grandes efeitos nessa diferenciação.

CAMPOS & COSTA (1989), verificaram que em *Schwarziana quadripunctata* pequenas diferenças no tamanho das células poderiam ser responsáveis por um aumento na quantidade de alimento, e

com isso, ocorreriam nascimentos de rainhas em células de operárias. Outra conclusão que esses autores chegaram é que ocorre a mesma relação entre quantidades de H.J. e diferenciação de castas encontrada nos outros grupos de apídeos sociais, ou seja, quanto maior for a dosagem no tratamento tópico maior será a probabilidade da larva originar uma rainha.

Os Meliponini

Em abelhas do gênero *Melipona* a diferenciação das castas é feita, segundo KERR (1946 e 1948), por meio de um mecanismo genético alimentar, pois as rainhas são heterozigotas para dois pares de alelos sexuais Xa e Xb , apresentando conseqüentemente os pares de alelos Xa_1Xa_2 ; Xb_1Xb_2 . Entretanto as abelhas que apresentarem estas duas heterozigoses, só serão rainhas se receberem uma quantidade de alimento necessária durante a fase de larva, caso contrário, darão origem a operárias. Neste modelo, o Hormônio Juvenil (HJ) é o principal agente desencadeador das castas e tem a sua síntese controlada geneticamente por uma bateria de genes e também pela quantidade de alimento recebida pela larva, os quais induzirão a secreção de H.J. pelos *Corpora Allata*. CAMPOS (1975) e CAMPOS *et al.* (1975), mostraram que o H.J. tem o papel muito importante na diferenciação de castas em *Melipona quadrifasciata* e que esta é resultado da produção diferencial de H.J.

VELTTHUIS E VELTHUIS-KLUPPELL (1975) E CAMPOS *et al.* (1975) demonstraram que a aplicação tópica de hormônio Juvenil em pré-pupas de *Melipona quadrifasciata* induz a diferenciação de até 100% das pré-pupas em rainhas.

CAMPOS (1979), trabalhando com uma série de espécies de abelhas, mostrou que o H.J., assim como seus análogos, induz a diferenciação de larvas de operárias em rainhas. Esse mesmo autor relata que o H.J. pode possivelmente agir também modificando a estrutura da metamorfose, promovendo a muda mais cedo, fazendo com que o animal se diferencie antes da degeneração ovariana, já que esta começa nas operárias no final da fase larval, num período em que os discos imaginais atingem tal desenvolvimento originando no adulto estruturas características de rainhas. CAMPOS (1979), finalmente propõe um esquema envolvendo duas possibilidades para tal diferenciação entre os Meliponini; a ação direta do H.J. sobre os genes e sobre o sistema de controle da metamorfose.

Bezerra (1995) observou que em *Melipona quadrifasciata* rainhas nascem com maior frequência em células localizadas na periferia dos favos, devido estas conterem uma maior quantidade de alimento larval e por esse possuir uma menor densidade, provavelmente por conter uma maior quantidade de secreção glandular, em relação ao alimento contido nas células do centro (Figura 3).

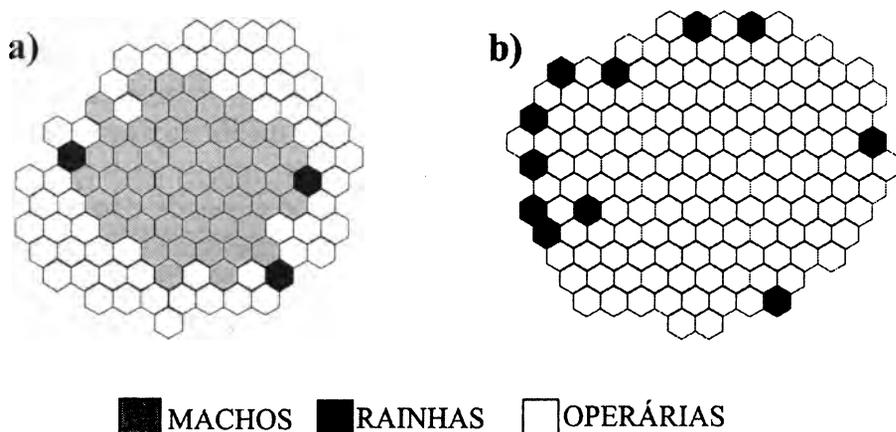


Figura 3. Favos de cria de *Melipona quadrifasciata* indicando a tendência da distribuição de machos, rainhas e operárias em relação ao centro e a periferia dos favos: a) Favo da colônia nº Mq429; b) Favos da colônia nº Mq435 (Bezerra, 1995).

Tanto nos Apini como nos Trigonini ocorre a presença de célula-real, célula maior onde ocorre o nascimento de rainhas e que se diferenciam das de operárias, principalmente, pelo grande volume. Nos Meliponini as células dos favos são muito semelhantes em relação ao tamanho, pois a diferenciação de castas, nessas abelhas, depende, em grande parte, de fatores genéticos. Apesar disso, como foi dito acima, observa-se que na periferia dos favos de *Melipona quadrifasciata* ocorre uma tendência em nascer um maior número de rainhas, fato que pode acontecer com outras espécies de meliponas. Verifica-se nesses três tipos de diferenciação de castas que a influência da concentração do H.J. na fase de pré-pupa está relacionada as diferentes estratégias de diferenciação de castas nos diversos grupos e que a concentração desse hormônio é suficiente para a diferenciação das larvas em rainhas e operárias.

Variabilidade Genética nas Abelhas Indígenas sem Ferrão

Falcão (1984), estudando a variabilidade genética em diversas espécies de meliponíneos, observou que em *Melipona compressipes fasciculata* ocorreu a menor variação genética estimada entre as abelhas estudadas. Apesar das técnicas de eletroforese de proteínas serem amplamente empregadas para detectar variação genética em uma grande diversidade de organismos, é de se esperar que a quantidade real de polimorfismos genéticos nessas populações sejam muito superior. Isso se deve ao fato de que a eletroforese só detecta variação em *loci* que codificam proteínas solúveis, deixando de detectar uma certa quantidade de DNA que é responsável pela síntese de proteínas não solúveis ou que atuam no controle da atividade gênica. Do mesmo modo, nem todas as diferenças entre proteínas são detectadas por eletroforese, além de que as alterações do DNA nem sempre determinam diferenças em proteínas. Um outro fator que pode ter influenciado esses resultados é que a população amostrada por essa autora era proveniente de meliponário que sofrera grande manuseio. A propósito, 100% das colônias do Prof. Kerr (que forneceu o material à Dra. Falcão) vieram da Baixada Ocidental Maranhense (80% delas do meliponário do Sr. José Souza, de Bonfim do Arari - MA, às margens do Rio Mearim), onde a meliponicultura existe há algumas centenas de anos.

Bezerra (1999) estudando o DNA mitocondrial (mtDNA) de *Melipona compressipes fasciculata*, a Tiúba do Maranhão, provenientes de 16 populações distribuídas naquele Estado (Barra do Corda (BC) – floresta tropical úmida e cerrado, Fernando Falcão (FF) – cerrado, Primeira Cruz (PC) – restinga e manguezal, Urbano Santos (US) – restinga e cerrado, Vargem Grande (VG) – cocais, Chapadinha (CH) – cerrado e cocais, São Bento (SB) e Bequimão (BQ) – floresta tropical úmida, campos alagados e manguesal, Turilândia (TL) – floresta tropical úmida e campos alagados, Turiaçu (TU) e Buritirana (TU) – floresta tropical úmida, Buriticupu (BU) – floresta tropical seca, Balsas (BA), Mirador (MI) e Sucupira do Norte (SN) – cerrado e Matões (MT) – cerrado e cocais. Verificou a existência de três diferentes haplótipos mitocondriais associados à longitude (Figura 5). Isso mostra que essa abelha possui, pelo menos, três diferentes origens no Maranhão. Os dados indicam que a origem dessas populações deve ter ocorrido a 240.000 anos atrás, época em que a crosta terrestre sofreu grandes

modificações devido os períodos de glaciações e interglaciações. Além disso, esses resultados mostram que o fluxo gênico das fêmeas é limitado, acontecendo dentro de cada grupo.

Bezerra (1999) analisando a morfologia da asa da Tiúba verificou por meio de estatística uni e multivariada uma clina (mudança gradual e contínua de um caráter abrangendo uma série de populações contíguas associada a fatores genéticos e ambientais) no sentido oeste-leste, indicando que quanto maior a longitude maior é o tamanho da asa dessas abelhas (Figura 6).

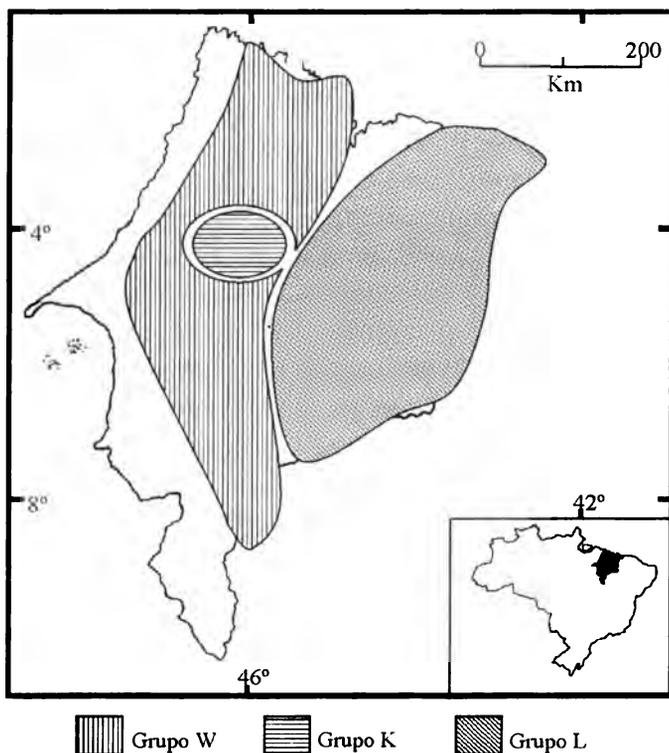


Figura 5. Distribuição geográfica dos grupos caracterizados pelo mtDNA, representativos das diversas populações locais de *M. compressipes fasciculata* de diferentes ecossistemas do Estado do Maranhão (Bezerra, 1999).

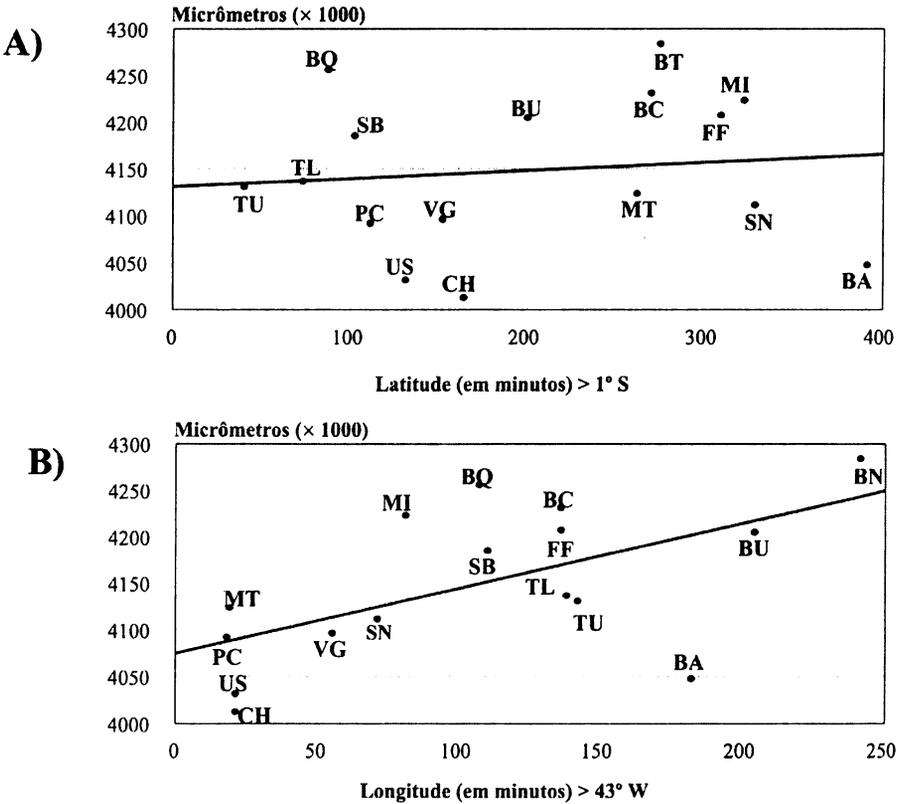


Figura 6. Distribuição das médias totais das variáveis de cada população, segundo a ordem crescente das latitudes (A) e longitudes (B) das diversas populações analisadas por Bezerra (1999).

Os resultados moleculares juntamente com os resultados da morfologia da asa indicam uma adaptação local das diferentes populações de abelhas *Tiúba* analisadas, nas diferentes regiões do Estado do Maranhão, provavelmente devido a pequena migração que essas abelhas realizam durante a enxameagem – muitas das vezes a colônia filha nidifica na mesma árvore onde se encontra a colônia mãe – as barreiras geográficas, tais como os rios que cortam o Maranhão no sentido Sul-Norte, como por exemplo, o Mearim, Pindaré, Itapecurú, Munim e Grajaú, assim como, fatores climáticos, tais como temperatura, pluviosidade e umidade do ar que são bastante diferenciados no sentido oeste-leste. Todos esses fatores atuando em conjunto pode ter modificado a estrutura populacional de toda a comunidade biótica do Estado, produzindo um grande número de ecossistemas e a gran-

de adaptação local desses organismos. Isso gera uma série de implicações para a Meliponicultura pois colônias de *Tiúbas* originárias de determinadas regiões do Estado devem ser mantidas na região de origem, pois o transporte delas para outras regiões podem causar problemas a sua adaptação.

Se por um lado existe toda uma série de fatores exercendo seus efeitos na redução da variabilidade genética dos himenópteros, por outro deve haver vários mecanismos para manter um equilíbrio genético entre genes homocigóticos e heterocigóticos, promovendo a manutenção e a estruturação de populações estáveis. Kerr (1967) propõe que genes limitados ao sexo poderiam promover a manutenção da variabilidade genética nos organismos haplodiploides. Esse fato foi verificado tanto em relação à morfologia (Kerr, 1967) quanto em isoenzimas (Synder, 1974). Não obstante, o gene *xo* de determinação de sexo é contrabalanceador da falta de polimorfismo, pois em muitas espécies ele atua indiretamente, por meio de acasalamentos que produzam heterocigidade, propiciando uma maior variabilidade genética em outros *loci* e aumentando o tamanho populacional efetivo, favorecendo a manutenção de polimorfismos neutros (Kerr, 1997).

Kerr (1969), Tambasco (1971), Beig (1972), Contel e Kerr (1976) e Silva (1977) verificaram que em certas espécies de abelhas eussociais monogínicas e monândricas as operárias realizam postura de ovos que dão origem a machos. Como essas espécies estão constantemente submetidas ao efeito da deriva genética, que reduz o número de heteroalelos *xo*, a produção de machos exclusivamente por operárias pode diminuir, ainda mais, o tamanho populacional efetivo e a diversidade genética, caso os machos que consigam acasalar possuam o mesmo alelo *xo* da rainha fecundada, originando, assim, machos diplóides (Araújo *et al.*, 1996).

O desmatamento descontrolado de nossas florestas, as queimadas e a ação indiscriminada de meleiros causaram uma redução substancial das populações de meliponíneos nas últimas décadas, levando várias espécies a tamanhos populacionais críticos ou, até mesmo, à extinção. Um dos motivos que agrava esse problema é o efeito da diminuição dos alelos sexuais e a conseqüente produção de machos diplóides (Yokoyama e Ney, 1979). Quanto menor for o número de colônias por área maior será a endogamia e, conseqüentemente, a probabilidade do *locus xo* entrar em homocigose. Portanto, populações com menos de 44 colônias estão seriamente ameaçadas pela

homozigose no *locus xo*, pois a probabilidade de produção de machos diplóides nessas populações aumenta consideravelmente, e colônias que produzam duas gerações de machos diplóides sucessivamente geralmente se extinguem (Kerr e Vencovsky, 1982; Kerr *et al.* 1996; Carvalho, 1996). O Professor Kerr recomenda que cada meliponário deve conter, no mínimo, 44 colônias de cada espécie criada. Entretanto, caso o Meliponicultor não possua as 44 colônias recomendadas ele deve se informar se na sua região existem outros criadores e que a soma total das colméias na região possua cerca de 44 colônias.

A baixa variabilidade genética e a conseqüente perda gradual de alelos sexuais em populações restritas de meliponíneos são fatores importantes que devem ser considerados na conservação dessas espécies (Carvalho *et al.*, 1995).

Como uma boa parte das abelhas sem ferrão já foi destruída, conhecer e salvar o que resta dessas abelhas é fundamental para o equilíbrio ecológico de nossas florestas, a manutenção da diversidade biológica, a melhoria da qualidade de vida e a incidência da consciência ética e moral daqueles que diretamente estão relacionados a essa causa.

Aspectos da Criação de *Melipona compressipes fasciculata* no Estado do Maranhão

Dentre os meliponíneos, *Melipona compressipes fasciculata* ocupa um lugar de destaque em todo o Estado do Maranhão, não só por ser a abelha social mais comum, mas também por ser ela uma das principais fontes de renda para várias famílias, principalmente de baixa renda, do interior do Estado. A Tiúba, como é popularmente conhecida, vem sendo criada há séculos pela população indígena maranhense, pois dessas abelhas retiram-se subprodutos importantes, como mel, cera e própolis. Existem relatos de que, entre 1960 e 1970, quando ainda existiam grandes florestas no Maranhão, houve casos de meliponicultores possuírem até 2.000 colônias. Na Baixada Ocidental Maranhense, existiam pelo menos três meliponicultores que possuíam mais de 1.000 colônias (Kerr, 1996). Apesar disso, atualmente essa espécie corre um sério risco de extinção, principalmente pelo rápido desflorestamento que esse Estado sofreu nos últimos anos, como, por exemplo, na região que abrange os municípios de Açailândia e Imperatriz, assim como pela ação indiscriminada de meleiros, o ma-

nejo inadequado por parte das pessoas que criam essas abelhas e o recente comércio ilegal e exacerbado em determinadas regiões, principalmente a venda de ninhos, em grandes quantidades, para “meliponicultores” que visam o lucro fácil, pagando um preço irrisório ao pequeno produtor rural.

Um fato que chama a atenção é que, dependendo da região, essas abelhas podem ter manejos diferenciados. Em algumas localidades, o manejo se caracteriza apenas pela criação no próprio tronco da árvore onde a abelha estabeleceu seu ninho. Nesse caso, para o meliponicultor ter acesso aos favos de cria e aos potes de mel e pólen, ou ele faz aberturas nas extremidades do tronco e fica com acesso limitado, ou então corta o tronco ao meio, longitudinalmente, para ter livre acesso ao seu interior. Já em outras localidades o ninho é transportado do tronco para colméias racionais; no entanto, essas colméias geralmente não seguem uma padronização, possuindo diversos tamanhos.

Apesar da Tiúba se tratar de uma abelha amplamente criada em quase todo o Estado do Maranhão, seu nível de manejo ainda é bastante incipiente. A grande maioria dos criadores ainda conserva essas abelhas em seus troncos originais, e os que transferem esses ninhos para colméias racionais não utilizam os processos de divisão artificial que permitem aumentar o número de ninhos. Além disso, esses criadores mantêm esses ninhos próximos das áreas de coleta, o que propicia a manutenção da estrutura populacional dessas abelhas nesses locais.

Freqüentemente, em cada localidade existe um “curioso” – pessoa que geralmente maneja as colônias sem saber ao certo os motivos que levam a adotar determinados procedimentos – que é contratado pelos donos dos cortiços para realizar essa tarefa em troca de alguns litros de mel. Um dos motivos que levam à contratação desses “peritos” por parte dos meliponicultores é que estes não querem correr os riscos da manipulação inadequada e, em consequência, perderem as abelhas, pois essas são tratadas como verdadeiros amuletos de família. Seus ninhos geralmente são passados de pais para filhos, e seus donos acreditam que a presença das abelhas traz sorte para os moradores da casa, além de acharem que os espíritos de seus antepassados refletem, de alguma forma, o dia-a-dia da colônia. Quando ocasionalmente uma colônia morre por um manejo inadequado, tais meliponicultores acreditam que todas as abelhas se mudaram para

um outro local e constituíram um novo ninho, pois a grande maioria deles acredita que o tempo médio de vida de uma operária é de muitos anos, enquanto outros chegam até a pensar que elas atingem a imortalidade. Um outro fato que faz com que essas abelhas sejam pouco manuseadas é que existe uma crença geral na população rural de que seu mel é medicinal, servindo como remédio para várias enfermidades, fazendo que, com isso, sua extração aconteça apenas nos momentos de doenças de parentes e vizinhos.

Em abril do ano de 2002 foi inaugurado na Fazenda Escola de São Bento da UEMA o Núcleo de Biologia, Manejo e Conservação de Abelhas Tropicais cujo objetivo principal é manter criações de abelhas indígenas e africanizadas e de disseminar a atividade apícola na região (Figura 7). Esse Núcleo possuirá uma posição estratégica para o desenvolvimento da atividade apícola no Estado, pois está situado numa das áreas mais pobres do Brasil. Além disso, essa região possui um grande potencial apícola, devido, principalmente, sua fauna, flora, clima e tradição no manejo dessas abelhas.



Figura 7. Núcleo de Biologia, Manejo e Conservação de Abelhas Tropicais, resultado das ações em Apicultura na UEMA.

Adaptação e padronização de colméias racionais

Observou-se que a maioria dos meliponários no Maranhão e no Brasil, não conta, ainda, com colméias racionais padronizadas, o que dificulta qualquer tentativa de melhoramento genético. Isso se deve, principalmente, a falta de informação dos meliponicultores, assim como, a escassez de recursos financeiros para que tais meliponários possam ser modernizados. Em muitos casos verifica-se a criação de abelhas em caixas totalmente fora do padrão e muita das vezes em troncos de árvores, cabaças, e até em carcaça de rádio antigo (Figura 8).



Figura 8. Meliponários do interior do Maranhão: 1) abelhas mantidas nos troncos de árvores; 2) abelhas criadas em colméias semi-racionais sem padronização.

A falta de padronização das colméias torna-se um entrave para o manejo adequado e para o melhoramento genético das colônias mais produtivas, pois sem ela, não podemos afirmar se a variação encontrada nas colônias é de natureza genética, ou ambiental. Os estudos atuais que tentam aprimorar colméias racionais para a meliponicultura ainda são bastante incipientes. Nogueira Neto (1997) tem apresentado um modelo de colméia racional que contempla mais as abelhas da região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país. Entretanto, Kerr (1996) propôs um modelo de "colméia racional cúbica" especialmente para *M. compressipes fasciculata*, que nidifica em todo o Estado do Maranhão. Essa colméia possui as dimensões de 30cm larg. X 30cm comp. X 30cm alt., compreendendo um total de $27l^3$. Não obstante, como não existe uma estrutura que permita a separação entre a área de ninho e a dos potes de mel, esse modelo possui alguns inconvenientes durante a retirada do mel, pois nessa ocasião todo o ninho fica exposto aos perigos da manipulação. Além disso, durante a retirada do mel este pode ser contaminado com impurezas provenientes da própria colméia, ou do manipulador, pois este necessita de um tempo maior para a sua extração. Como os potes de pólen e mel ficam próximos aos favos de crias qualquer erro de manejo poderá levar a morte de toda a colônia. Uma outra limitação desse modelo diz respeito a multiplicação artificial dos enxames, pois como o volume dessa colméia não pode ser ajustado de acordo com o desenvolvimento da colônia o espaço interno da mesma, $27l^3$, torna-se muito grande para uma colônia com poucos indivíduos, recém dividida, pois esse volume que seria ideal para uma colônia forte poderia trazer sérias consequências a uma colônia fraca. Nesse caso, colônias fracas teriam dificuldades em se organizar e manter todas as atividades da colônia em uma colméia possuidora de um volume interno constante e tão grande, inclusive no que se refere à manutenção da temperatura. Por outro lado; ela se torna inviável na monitoração das colônias, haja vista que a mesma não possui nenhum mecanismo que permita a visualização interna para o acompanhamento das atividades e das necessidades das colônias. Desse modo, o acompanhamento das atividades comuns necessárias no dia-a-dia do meliponário, como por exemplo, avistamento de rainhas, alimentação artificial, acompanhamento do desenvolvimento da colônia, presença de inimigos naturais e suplementação alimentar, ocorrem com a retirada das tampas das colméias, o que pode ser desastroso para muitas colônias, pois nesse

momento muitas abelhas jovens voam pela primeira vez do interior do ninho para o meio externo não retornando mais para sua colméia de origem. Esse comportamento de abrir freqüentemente as colméias para o manejo das mesmas seria um dos principais motivos da perda repentina de colônias fracas, assim como, a perda gradual das colônias fortes. Recentemente, foi inventada uma nova colméia, a “Fernando”, para abelhas do gênero *Melipona* visando a multiplicação das abelhas da região Norte do país com o mínimo de estresse. Apesar desse modelo ser muito eficaz e atraente no processo de multiplicação das colônias ele ainda é inadequado para trabalhos que visam a produtividade. Como até o momento ainda não dispomos de uma colméia que se possa monitorar com facilidade e eficiência e que atenda as necessidades de multiplicação dos enxames e melhoramento da produção, e, ao mesmo tempo, visando uma padronização que facilite o manejo e o melhoramento genético dessas abelhas está sendo testado um novo modelo de colméias que integre as diversas atividades do manejo e que atenda as necessidades dos meliponicultores do Estado do Maranhão, a *Colméia Marthi* – denominação composta pelas iniciais dos nomes **Mariana** e **Thiago**, filhos do autor.

Colméia Marthi

A colméia *Marthi* é composta por dois compartimentos: um destinado à cria e outro a produção de pólen, mel, própolis e geoprópolis. Além disso, ela possui diversos acessórios: uma tampa de vidro para que seja feito o monitoramento da colônia e dois alimentadores externos, um de pólen e o outro de mel/xarope. A região reservada a área de cria é composta por três alças, fundo, ninho e ventilação, enquanto a região destinada à produção de mel é composta por duas melgueiras. Essas regiões podem ser modificadas aumentando ou diminuindo o número de alças de acordo com o desenvolvimento da colônia e os objetivos do criador. Cada alça é formada por quatro peças de madeira: duas contendo 29cm comp. X 8cm larg. X 2cm espess. e as outras duas contendo 25cm comp. X 8cm larg. X 2cm espess.

A primeira alça, a do fundo, é fechada em sua base por um pedaço de madeira quadrado compreendendo 29cm X 29cm. Esta possui uma abertura de 1,5 cm de diâmetro, centralizada tanto em relação ao comprimento quanto à altura, localizada na parte anterior da colméia servindo como entrada para as abelhas terem acesso ao ninho.

Em sua parte posterior, a colméia possui duas aberturas cada uma contendo 2cm de diâmetros, localizadas a 4cm de distância de cada lado da alça e centralizadas em relação à altura, onde serão colocados os alimentadores internos para mel/xarope e pólen (Figura 9).



Figura 9. Primeira alça, a do fundo, da Colméia *Marthi*. Observe a presença da entrada na frente da colméia e dos alimentadores externos na sua parte posterior.

A segunda alça, a do ninho, não possui nenhuma abertura sendo fixados três suportes em sua base, servindo como batentes, dois nas laterais medindo 4cm larg. X 25cm comp. X 2cm espes. e um no meio, medindo 2cm larg. X 25cm comp. X 2cm espes. (Figura 10).

Como a construção dos favos nas abelhas do gênero *Melipona* é realizada horizontalmente e em camadas, por meio da sobreposição dos favos, os três suportes localizados na base da alça terão a função de exercer um obstáculo durante a passagem dos favos de uma alça para outra, reduzindo assim, a abertura da base da alça, o que fará com que as abelhas diminuam o tamanho dos favos nesse local, durante a sua construção. Esses batentes funcionarão também como suporte para os potes de alimento, obstáculos para potes que venham a transpor suas respectivas alças, como também, servirão de apoio para a construção de pilares que dão suporte aos favos de cria, auxiliando assim, as próximas divisões. Com isso, a divisão da colônia fica

facilitada, pois ao separar duas alças consecutivas ocorre, ao mesmo tempo, a separação dos favos. Sendo assim, em uma alça poderá ficar os favos de cria nascentes e na outra, os favos recém construídos, ambas as alças poderá conter também potes de mel e pólen, diminuindo dessa forma, a mortandade das crias, além de aumentar suas chances de sobrevivência. Com isso, parte do ninho compreendendo os favos de cria e potes de alimentos permanecem nas alças, formando assim uma mini-colônia, bastando apenas transferir a alça para uma outra colméia, ou para uma nova alça de fundo.



Figura 10. Segunda alça, a do ninho, da Colméia *Marthi*. Observe a presença dos três suportes fixados na base da alça, dois nas laterais e um no meio.

A terceira alça, a de ventilação, é semelhante a segunda alça a não ser o fato de possuir duas aberturas em seu lado posterior, cada uma contendo 3,5cm de diâmetros, localizadas a 7cm de distância de cada lado da alça e centralizadas em relação à altura. Essas aberturas servirão como orifícios de ventilação, auxiliando a colônia na manutenção adequada de umidade e de temperatura. As aberturas de ventilação presentes nessa alça são vedadas com geoprópolis retirados de ninhos de outras abelhas tiúbas. Para isso, com a ajuda de um grampeador de pressão, é fixada uma fina tela de nylon na parte externa da alça. Em seguida, coleta-se geoprópolis de outras colméias,

coloca-o dentro de um pano e tritura-se bem com o auxílio de um martelo até virar pó. Posteriormente, coloca-se a geoprópolis triturada dentro de um recipiente e adiciona-se água até atingir o aspecto pastoso. Após esse procedimento, a alça é colocada, com sua lateral voltada para cima, sobre um suporte de papelão tendo suas aberturas em contato com esse. Com a ajuda de uma colher preenchem-se as duas aberturas da alça com a pasta de geoprópolis e coloca-se, posteriormente ao sol para que fique bem seco (Figura 11).



Figura 11. Terceira alça, a de ventilação, da Colméia *Marthi*. Observe a presença dos três suportes fixados na base da alça, dois nas laterais e um no meio, assim como, duas aberturas no seu lado posterior para a regulação da temperatura e umidade.

Pelo fato das abelhas possuírem a habilidade de discriminação das cores e de em um meliponário as colméias ficarem muito próximas uma das outras a primeira, a segunda e a terceira alça devem ser pintadas com cores variadas o que ajudará e facilitará o reconhecimento das colméias pelas abelhas.

A quarta e a quinta alças, as melgueiras, são iguais. Cada uma dessas alças possui um fundo, plataforma, de 22cm larg. X 25cm de comp. X 2cm de esp. a qual servirá como base onde serão construídos os potes de alimento, principalmente mel. Utilizando essas dimensões

haverá um espaço de 1,5 cm nas laterais por onde as operárias terão acesso. Foi estabelecida a cor amarela para as melgueiras visando a padronização das mesmas, o que ajudará no manejo (Figura 12).



Figura 12. Quarta alça, a da melgueira, da Colméia *Marthi*. Observe a presença da plataforma localizada na base da alça, o que servirá de suportes para a construção de potes de alimento.

Em cima da última alça é colocada um vidro contendo 29cm² e com 5mm de espessura. É por meio deste vidro que a colônia irá ser monitorada, viabilizando a intervenção humana para um manejo mais eficiente (Figura 13).

Em cima do vidro é colocada uma tampa de madeira, contendo 29cm², e, na sua superfície externa são fixados dois batentes de madeira, à 5cm das laterais. O primeiro batente é fixado verticalmente na tampa medindo 4cm larg. X 29cm comp. X 2cm esps, enquanto o segundo é fixado horizontalmente com 2cm larg. X 29cm comp. X 2cm esps. (Figura 14).



Figura 13. Quinta alça, a da melgueira, da Colméia *Marthi*. Observe a presença do vidro localizado em cima da pelo qual é feito a monitoração da colônia.



Figura 14. Tampa da Colméia *Marthi*. Observe a presença do vidro localizado entre a melgueira e a tampa.

Nesse tipo de colméia, conforme ocorre o desenvolvimento do ninho, novas alças podem ser adicionadas e fixadas, utilizando grampeadores de pressão. Posteriormente, no local de união entre uma alça e outra é passado uma fita adesiva, impedindo assim, a penetração de inimigos naturais. Posteriormente, as abelhas vedarão as frestas entre uma alça e outra utilizando própolis e geoprópolis, o que fixará todas as alças fazendo com que a colméia funcione como um único bloco.

Os alimentadores externos presentes na Colméia *Marthi* foram idealizados com a finalidade de melhorar o manejo dessas abelhas. Eles são divididos em dois tipos: o de mel/xarope e o de pólen. Ambos são confeccionados em PVC utilizando-se de canos soldáveis e conexões. A vantagem desse material é a sua durabilidade, o preço baixo, disponibilidade e a facilidade de limpeza. Ambos alimentadores são constituídos em duas partes, uma móvel e outra fixa. A parte móvel é aquela que pode ser retirada da colméia e que serve de reservatório do alimento, podendo ser transferida de uma colméia para outra.

Para a construção da parte móvel do alimentador de mel/xarope, é necessário que se tenha os seguintes componentes: um Cano PVC de 32mm com 13 cm de comprimento, o que comportará, aproximadamente, 100ml de mel/xarope, um cápis de 32mm, uma luva de 32mm para 25mm, uma bucha de redução de 25mm para 20mm, um cano PVC de 20mm com 5cm de comprimento com rosca. A montagem é feita da seguinte maneira. Coloca-se o cápis no cano de 32mm e em seguida a luva. Na luva é colocada a bucha de redução e nesta é encaixado o cano de 20mm, o qual deverá ser feita uma rosca em sua extremidade. Desta forma, está pronta a parte móvel do alimentador interno de mel/xarope. Para a confecção da parte fixa do alimentador interno de mel/xarope será necessário: um cano PVC de 20mm com 11cm de comprimento, um joelho R/L de 20mm x ½", um cápis de 20mm. A montagem desta parte do alimentador de xarope é feita encaixando o cano de 20mm ao joelho L/R, o qual deverá ser colado ao mesmo, com o auxílio de cola adesiva para canos de PVC. Este último procedimento deverá ser feito com muito cuidado, pois qualquer resíduo de cola contaminará o alimento, o qual por sua vez será letal para toda a colônia. Aconselha-se a não passar cola na extremidade do cano. Posteriormente, ao encaixe no joelho, o cano deve ser perfurado com a ajuda de uma broca de 2mm de diâmetro, deixando-se reservado um espaço de 3,5cm numa extremidade, o qual será ocupado pela espessura da madeira (2cm) e o cápis (1,5cm) e 2cm na outra

extremidade, o qual será ocupado pela espessura da madeira (2cm). Em seguida, o cano é passado pela abertura do lado esquerdo da alça do fundo e posteriormente é colocado o cápis com a ajuda de um martelo. O cano deve estar justo com a abertura com a abertura que foi feita na alça, evitando assim, que o reservatório de xarope, fique rolando sobre si mesmo. Caso isso aconteça entre o Joelho e a colméia deve ser colocado pedaços de cera de abelha para fixá-lo junto a madeira.

Para colocar o alimento artificial no alimentador de mel/xarope, o alimento deve, primeiro, ser colocado dentro do reservatório móvel. Em seguida, o Joelho deve ser puxado para fora da colméia e, posteriormente, virado para baixo em direção ao solo. Após isso, o reservatório é enroscado no Joelho e rapidamente girado para a sua posição original, fazendo com que o reservatório se posicione em cima do Joelho, ficando o cápis de 32mm na posição superior. Finalizando, o alimentador deve agora retornar para dentro da colméia para que as abelhas possam ter acesso ao seu conteúdo. Para retirar o alimentador é só fazer o processo inverso: puxar o alimentador para fora da colméia, girar o reservatório para baixo e desenroscá-lo. Nesta posição ele pode ser lavado com a ajuda de uma mangueira e, posteriormente, caso as abelhas não necessite mais de alimentação suplementar ele pode se fechado e desativado, com a ajuda de um *plug* de ½" de PVC (Figura 15).

A parte móvel, o reservatório, do alimentador de pólen é confeccionada utilizando-se os seguintes componentes: um cano PVC de 20mm de 14cm de comprimento e um cápis de 20mm. Já a parte fixa é composta por um cano PVC de 20mm de 4,5cm de comprimento, um cápis de 20mm e um Joelho L/R de 20mm. A montagem da parte móvel é muito simples, basta encaixar o cápis em uma das extremidades do cano e em seguida fazer uma rosca, com a ajuda de uma tarraxa, na outra extremidade. A parte fixa deve ser iniciada com o encaixe do cano de 4,5cm no Joelho L/R 20mm x ½", o qual deve ser colado, utilizando-se toda precaução para não deixar restos de cola em contato com o alimento. Em seguida, após a secagem da cola, o cano que está colado ao Joelho é passado pela abertura do lado direito da alça do fundo. Em seguida, o segundo cápis deve ser furado, com o auxílio de uma broca de 9,5mm, e, posteriormente, encaixado na outra extremidade do cano, com a ajuda de um martelo. Para o alimentador funcionar basta encher, com a ajuda de um funil, a parte móvel com pólen já fermentado retirado de outras colônias, passando em seguida uma fita veda-rosca de teflon na sua respectiva rosca, e, posteriormente, enroscando a parte móvel no Joelho da parte fixa (Figura 16).

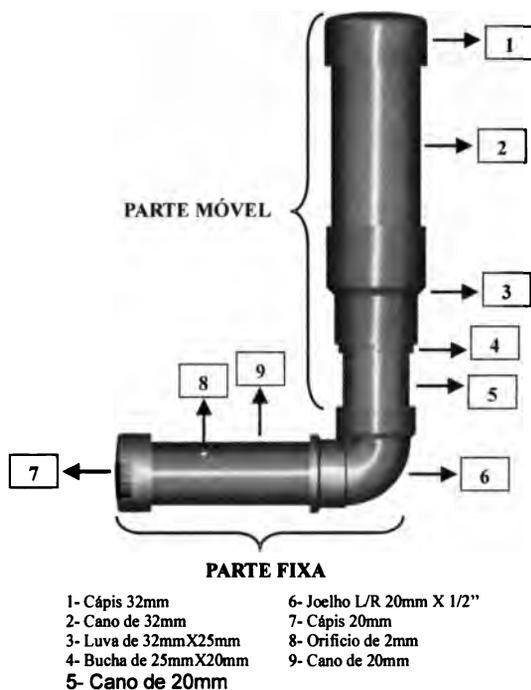


Figura 15. Alimentador externo artificial para mel/xarope da Colméia *Marthi*.

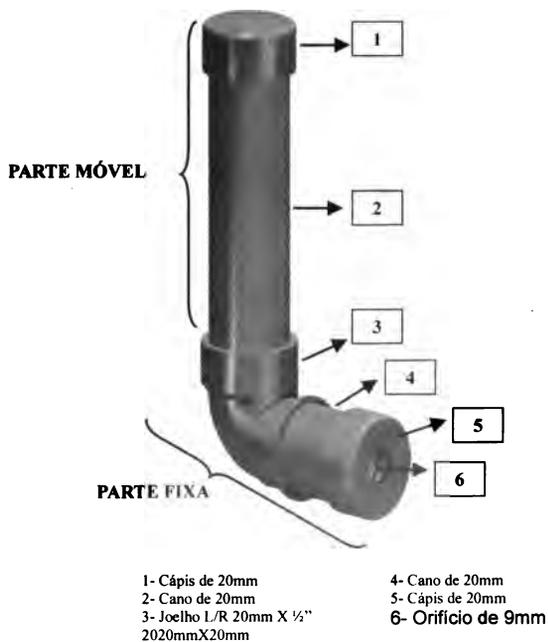


Figura 16. Alimentador externo para pólen da Colméia *Marthi*.

Enquanto a parte móvel do alimentador de xarope deve ser posicionada na posição vertical, em relação à colméia, a parte móvel do alimentador de pólen deve ser ajustada para que esta permaneça na posição horizontal, facilitando, assim, o acesso das abelhas pelo lado interno da colméia. Observe que o alimentador de xarope deve ficar posicionado na parte posterior esquerda da colméia, enquanto o alimentador de pólen deve ficar na região posterior direita da mesma, o que facilitará a colocação dos alimentadores e o manejo da colméia, evitando assim, acidentes devido a troca da parte móvel entre os alimentadores de xarope/mel e pólen (Figura 17).

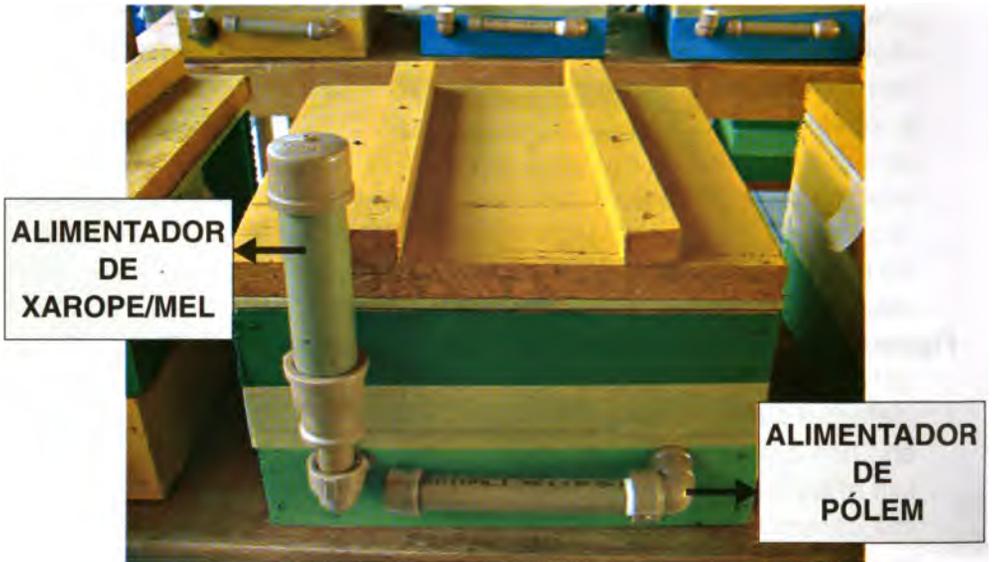


Figura 17. Vista dos alimentadores externos de mel/xarope e de pólen na Colméia *Marthi*.

Após chegarmos a essa padronização, tanto para a construção das colméias racionais, quanto para a construção dos alimentadores de mel/xarope e de pólen, diversas colônias foram transferidas de tocos ou caixas semi-racionais para a Colméia *Marthi* (Figura 18).

Por meio da Figura 19 pode-se observar como o ninho de Tiúba ocupa o interior de uma Colméia *Marthi*. A separação das alças coincide com a divisão dos favos que formarão a nova colônia. Verifica-se que nos meses de chuva no Maranhão (final de dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho) as abelhas constroem invólucros de cera recobrendo os favos de cria. O grande sucesso das transferências e divisões foi devido ao novo método de manejo utilizando as

Colméias *Marthi*, o MAS (Método de acompanhamento Supervisionado) descrito a seguir.

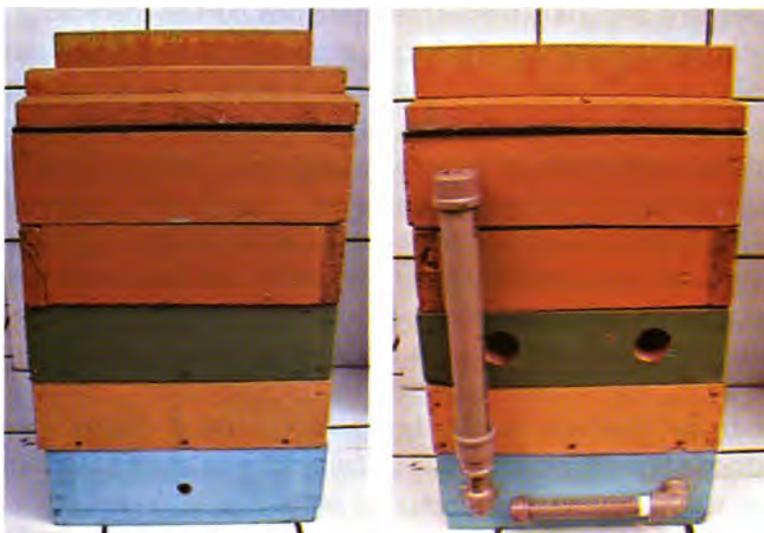


Figura 18. Vista anterior (à direita) e posterior (à esquerda) de uma Colméia *Marthi* completa.

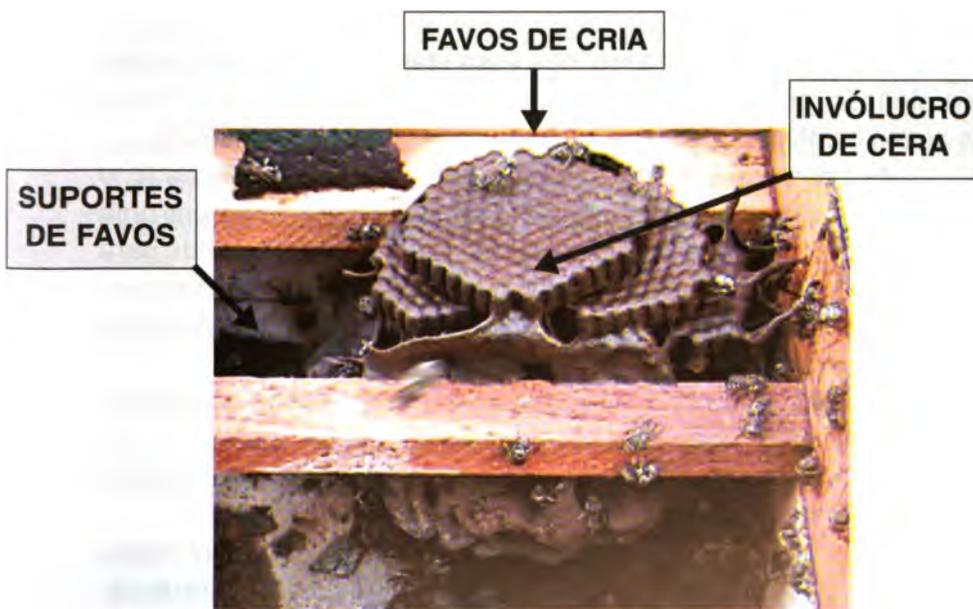


Figura 19. Colônia de *Tiúba* povoando uma Colméia *Marthi*, mostrando favos de cria recém construídos passando da alça do fundo para a alça do ninho, apoiando-se nos suportes de madeira. Observa-se os favos de cria sendo cobertos por um invólucro de cera.

O Método de Acompanhamento Supervisionado (MAS)

Desde o ano 2000 freqüentemente nos cursos oferecidos à comunidade realizamos transferências e divisão das colônias das colméias não padronizadas para as colméias *Marthi*. O sucesso das transferências e divisões tem sido alto, até o momento, nenhuma colônia foi perdida, o que pode ser reflexo das colméias racionais em experimentação e do novo método elaborado para atender as colméias *Marthi*, o MAS (Método de Acompanhamento Supervisionado).

Esse método consiste no monitoramento das atividades das abelhas durante as transferências e divisões, e a eventual intervenção, por parte do meliponicultor, para resolver o problema da colônia no seu dia-a-dia. Além disso, a divisão de uma colônia em duas é feita utilizando-se abelhas novas, favos recém construídos e rainha fisogástrica para compor uma das colônias filhas e abelhas velhas com favos de cria nascente para compor a outra.

Para obtenção de um maior sucesso nas transferências e divisões, assim como, fazer uma padronização do método foi elaborado para os meliponicultores um procedimento padrão com base no MAS, a seguir:

1) Lembrar, antes de tudo, que essa etapa requer muita paciência e atenção, pois disso dependerá o sucesso da divisão e do futuro das novas colônias – ESSA ATIVIDADE NÃO PERMITE ERROS;

2) As transferências e divisões acontecerão em local fechado, o que pode ser feito em um quarto com janelas de vidro, ou em uma câmara de madeira feita para essa finalidade. O ambiente onde será realizada a divisão deverá estar limpo e quanto menos objetos estiverem no local melhor, pois dessa forma as abelhas teriam menos locais para se esconderem;

3) Colocar um aviso de advertência na porta avisando da impossibilidade de abri-la ou de atender alguém;

4) Fechar portas e janelas, não esquecendo de vedar frestas que por ventura as abelhas possam se esconder ou fugir;

5) Separar com antecedência todo o material que utilizará nessa operação tais como, colméias, alimentadores, seringas, bomba de vácuo, luvas, faca, tesoura, frascos, bandeja, formão, armadilhas, pincel, grampeador, telas, fita adesiva, alicate, chave de fenda, etc. Os mesmos deverão estar limpos e organizados na mesa da melhor maneira possível;

6) As colméias que serão utilizadas na divisão deverão estar limpas. A entrada deverá estar sem felpas e fechadas com um pedaço de tela, às frestas deverão ser tampadas com fita adesiva e cera, deverá ser colocada um pedaço de cera em tablete proveniente de colônia do mesmo tipo de abelha (derretida anteriormente) em sua parte posterior, bolinhas de cera achatadas deverão ser colocadas na alça do fundo para receber os favos de cria, as placas de alumínio contendo as numerações deverão ser fixadas na frente das colméias na alça do fundo do lado direito e centralizado, os alimentadores de pólen, localizados no lado direito das colméias, deverão estar tampados com um plug para evitar a saída das abelhas e os alimentadores de mel/xarope deverão ser previamente testados com água para observar se existe vazamento. Passar sempre fita veda rosca nos alimentadores, tanto de pólen quanto de mel/xarope. NUNCA monte um alimentador minutos antes da divisão. Caso a montagem seja no mesmo dia o alimentador deverá ser lavado várias vezes em água corrente. LEMBRE-SE a cola utilizada na montagem do alimentador é altamente tóxica e, caso as abelhas entre em contato com ela, toda a colônia morrerá. Nunca passe cola em demasia nas conexões, pois o excesso de cola poderá entrar em contato com o alimento e contaminar toda a colônia, levando-a a morte;

7) Ter sempre em mãos uma alça de ninho e uma de ventilação, previamente preparada com geoprópolis, pois caso a colônia não permita divisão esta será útil para a realização da transferência da colônia de uma colméia sem padronização, ou tronco, para uma padronizada;

8) As novas colméias só serão consideradas prontas quando todas as etapas acima estiverem concluídas ;

9) Colocar a colônia mãe em cima de uma mesa (nunca a deixe no chão, pois esta poderá ser atacada por formigas em poucos minutos) próxima a Janela de vidro e com a entrada voltada para a mesma em direção a luz;

10) Retirar a tela da entrada da colméia a ser transferida ou dividida e imediatamente colocar uma armadilha na boca da colméia. Essa armadilha será confeccionada com garrafa Pet de refrigerante de dois litros partindo-se ao meio e introduzindo o bico da garrafa na metade posterior da mesma. Nessa etapa será capturada a maioria das abelhas velhas, pois essas são as primeiras a saírem da colméia. Podem ser dadas pequenas batidas nas laterais da colméia com a ajuda do

formão, mas por um curto período de tempo. As abelhas que conseguiram fugir da armadilha deverão ser coletadas e colocadas nas armadilhas, posteriormente;

11) **LEMBRE-SE:** As abelhas possuem fototropismo positivo e geotropismo negativo. Isso quer dizer que elas são atraídas pela luz e tendem sempre a se movimentar para cima se afastando do solo. Portanto, no momento de capturar as abelhas elas devem ser manuseadas com leveza e precisão. As armadilhas deverão ser seguradas na posição horizontal e inclinadas para cima com o fundo voltado para a janela em direção a luz. **NUNCA** jogue as abelhas na armadilha com força, pois se isso ocorrer elas morrerão a seguir. Sempre que puder coloque cerúmen, proveniente da câmara de cria, dentro da garrafa, pois isso tranquilizará as abelhas capturadas;

12) Após capturar as abelhas velhas colocar uma tela na boca da armadilha, utilizando fita adesiva, reservando-as em seguida na posição horizontal e escrevendo no frasco a idade das abelhas. **NUNCA** coloque abelhas em excesso nas armadilhas, pois elas poderão ser pisoteadas por suas companheiras e em seguida morrer;

13) Abra a tampa da colméia mãe com movimentos lentos utilizando um formão, forçando inicialmente os cantos da colméia até abrir completamente;

14) Após abrir a colméia verificar se a rainha pode ser localizada rapidamente. Caso consiga avistar a rainha tente capturá-la imediatamente, utilizando um funil de cera e transferindo-a para uma nova colméia. Caso não consiga capturá-la observe para que posição da colônia ela está se dirigindo. Após identificar esse local isole-o, pois ele será trabalhado posteriormente para que seja capturada a rainha. Caso precise retirar material do local onde a rainha se escondeu trabalhe com muito cuidado e precisão para não matar a rainha. Caso não tenha avistado a rainha, **LEMBRE-SE**, ela poderá estar em qualquer lugar do ninho, portanto, nesse caso, os cuidados deverão ser redobrados e ainda maiores. **SEMPRE** que tiver retirando material do ninho tenha muito cuidado para não ferir a rainha, pois qualquer machucado ou tombo poderá levá-la a morte. Sempre que utilizar algum objeto para dividir favos ou separar potes de alimento introduzir o objeto com bastante cuidado para não ferir a rainha. Utilize sempre objetos com pontas arredondadas;

15) Retirar o cerúmen da câmara de cria e expor os favos de cria completamente;

16) Com a ajuda de uma tesoura cortar todos os cabos que ligam os favos às paredes da câmara de cria ou potes de alimento;

17) Caso algum pote de mel seja danificado utilize uma seringa ou bomba de vácuo pra que o mel não se espalhe na colméia e venha a matar as abelhas. Caso algum pote venha a derramar mel em cima dos favos utilize uma seringa ou bomba de vácuo e em seguida limpe o favo com a ajuda de um papel higiênico até secá-lo completamente.

18) Estando todos os favos livres retirar com as mãos todos favos de cria;

19) Com a ajuda de uma faca fina cortar todos os pilares entre os favos de cria recém construídos e os favos de cria nascente. Dividir os favos em dois grupos: favos recém construídos e favos de cria nascente e;

20) Cada conjunto de favo deverá ser colocado em uma nova colméia. Os favos deverão ser apoiados nas bolinhas de cera que foram fixadas na alça do fundo da colméia e entre um favo e outro deverão ser colocadas bolinhas de cera para que as abelhas possam trabalhar entre eles, as quais construirão novos pilares de cera;

21) Após passar os favos para as novas colméias, imediatamente essas deverão ser tampadas com o vidro;

22) Utilizando o grampeador de pressão grampear a alça do fundo na do ninho e a do ninho na de ventilação, caso venha a utilizar essa última. As alças deverão ser fixadas utilizando-se dois grampos um em cada extremidade lateral da colméia. A seguir, passar fita adesiva em torno de toda a colméia vedando o encaixe existente entre as duas alças;

23) As armadilhas, contendo as abelhas velhas, deverão ser batidas seguidamente com seus fundos na mesa, para que a nova colméia possa receber todas as abelhas velhas de uma só vez. Quando todas as abelhas estiverem no fundo dos frascos, as abelhas velhas deverão ser jogadas rapidamente no interior da colméia que contém os favos de cria nascente e rapidamente fechada deslizando o vidro sobre a alça da colméia, impedindo dessa forma que uma grande quantidade de abelhas seja esmagada;

24) Passar fita imediatamente no vidro para que o mesmo não deslize sobre a madeira e as abelhas venham a fugir;

25) Colocar xarope imediatamente na colméia que contém as abelhas velhas e favos de cria nascente;

26) As abelhas que conseguiram fugir durante a colocação na

colméia deverão ser capturadas e colocadas na colméia utilizando a entrada do alimentador de pólen;

27) O alimentador de pólen deverá ser cheio, preferencialmente, com pólen fermentado retirado da colônia que está sendo dividida ou de outra colônia que passou por esse mesmo processo. Após encher o alimentador de pólen colocar uma tampa de cera para evitar a atração de inimigos naturais, tais como os forídeos. Quando todas as abelhas velhas já estiverem dentro da nova morada colocar o alimentador de pólen tendo o cuidado para não escapar nenhum a abelha;

28) As abelhas novas devem então ser capturadas nas armadilhas e a seguir utilizar o mesmo procedimento realizado para as abelhas velhas. Entretanto, essas só poderão ser passadas para a nova colméia quando a rainha já estiver habitando a nova morada. Verificar onde a rainha esta situada na antiga morada e ter muito cuidado ao passar as abelhas novas das armadilhas para a nova colméia, evitando assim que essas machuquem a rainha.

29) A seguir deverá ser retirado todo o mel dos potes de alimentos, utilizando material adequado como seringas descartáveis, bomba de vácuo, luvas, prendedor de cabelos, máscara, frascos limpos, bandejas, etc;

30) Após retirar o mel, retirar todo o pólen, utilizando os mesmos critérios de higiene;

31) Todos os dados das colméias devem ser anotados em uma ficha. A colméia mãe, onde se encontra a rainha, receberá sempre a menor numeração, enquanto a colméia filha a maior numeração;

32) A colméia filha contendo as abelhas velhas e favos de cria nascentes deverá ficar no lugar da antiga morada e a colméia mãe, contendo operárias jovens, favos de cria recém construídos e a rainha fisogástrica deverá ser colocada em um outro local, distante da colméia filha;

33) As colméias deverão ser abertas durante a noite para evitar fuga e perda de abelhas das colméias;

34) Caso a colméia que se deseja dividir não possua quantidade de favos e de abelhas suficientes para a divisão esta deverá ser apenas transferida para uma nova Colméia *Marthi*, utilizando o mesmo processo anteriormente descrito – Boa Sorte.

Resultados Alcançados

A Colméia *Marthi*, por se tratar de uma tecnologia de baixo custo financeiro e operacional, possuindo uma grande eficiência e de fácil aplicabilidade faz com que esta possua grande capilaridade e permeabilidade nos diversos segmentos sociais, levando a melhoria da qualidade de vida do pequeno produtor rural e aumentando o IDH das regiões pobres do Maranhão e do Brasil. Dessa forma, a família rural pode comercializar colônias e colméias para outros criadores, escolas, associações, clubes etc., assim como, aumentar a produção de mel, pólen, própolis e geoprópolis, além de incentivar a conservação ambiental.

Durante os últimos quatro anos foi verificado uma melhoria da qualidade dos produtos das abelhas e uma maior produção de colônias com a utilização da Colméia *Marthi*. Os Municípios de Barra do Corda, São João Batista e São Bento vem se destacando na multiplicação de enxames, pois os mesmos elevaram consideravelmente o número de abelhas na região por meio da divisão de colônias.

Com a profissionalização da Meliponicultura um litro de mel de Tiúba poderá ser vendido a R\$ 30,00 (trinta reais). Um meliponário que possua 50 colméias de Tiúba, com cada uma delas produzindo cinco litros de mel/ano, no final do ano o meliponicultor contará com R\$ 7.500,00 (sete mil e quinhentos reais), ou seja, terá uma renda mensal de R\$ 625,00 (Seiscentos e vinte e cinco reais). Esse valor poderá aumentar vertiginosamente, pois em uma área de boa florada apícola um meliponário poderá possuir 500 colméias produtivas vivendo normalmente.

O método criado para a utilização da colméia *Marthi* (MAS) permite a multiplicação das colônias em um menor período de tempo e com um grande sucesso. Com isso, o meliponicultor não precisa recorrer a natureza para obtenção das colônias, pois com esse método ele terá menos trabalhos, economizará mais e gastará menos energia para o povoamento das colméias.

Durante esses anos já foram transferidos e divididas inúmeras colônias para a colméia *Marthi*. Caso o meliponicultor siga devidamente as instruções da Meliponicultura racional o índice de sucesso é de aproximadamente 100%, sem nenhuma mortalidade de colônias após as divisões e transferências.

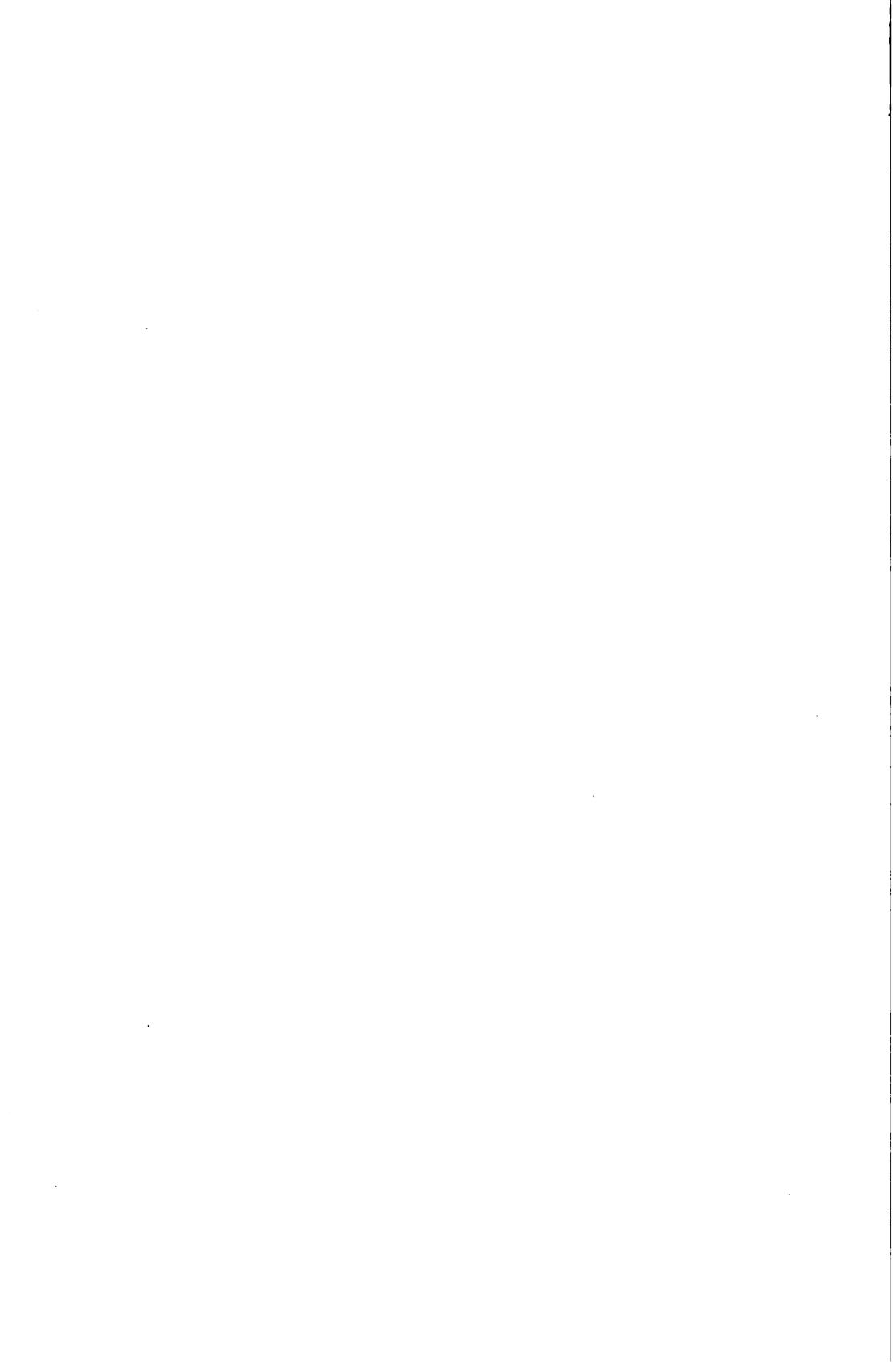
Até o momento já foram treinados, aproximadamente, 100 cria-

dores de abelhas indígenas sem ferrão utilizando a Colméia *Marthi*. A maioria deles deixaram o manejo semi-razional para realizar o manejo racional. Além disso, foi observado uma grande motivação entre os criadores após conhecer a Colméia *Marthi*, pois ela aumenta a perspectiva de maior remuneração com a atividade. Percebeu-se também uma melhoria da convivência entre os criadores, pois essa colônia permite a troca de material genético entre eles, melhorando assim, a criação de abelhas dos atores envolvidos. Outro fato verificado foi a maior participação das esposas e dos filhos no processo de criação, pois essas abelhas não oferecem riscos à saúde já que não possuem ferrão.

Agradecimentos

A Prof^a. MS Neuzeli Maria de Almeida Bezerra pelo incentivo, dedicação e desprendimento dado ao longo desse trabalho. Aos Professores Doutores Warwick Estevam Kerr e Lúcio Antonio de Oliveira Campos por abrirem as portas do conhecimento da Meliponicultura. Ao BASA, BNB, FAPEMA e CNPq por apoiaram as pesquisas que resultaram nesse trabalho.

ANEXO



MATERIAL UTILIZADO PARA A MONTAGEM E O MANEJO DE UMA COLMÉIA MARTHI

MATERIAL EM MADEIRA PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA COLMÉIA MARTHI		
QUANTIDADE	TAMANHO DA PEÇA [Comprimento (cm) x Largura (cm) x Espessura (cm)]	TIPO DE ALÇA
01	29 x 29 x 02	Fundo
02	29 x 08 x 02	Fundo
02	25 x 08 x 02	Fundo
02	29 x 08 x 02	Ninho
02	25 x 08 x 02	Ninho
02	25 x 04 x 02	Ninho
01	25 x 02 x 02	Ninho
02	29 x 08 x 02	Ventilação
02	25 x 08 x 02	Ventilação
02	25 x 04 x 02	Ventilação
01	25 x 02 x 02	Ventilação
02	29 x 08 x 02	Melgueira I
02	25 x 08 x 02	Melgueira I
01	25 x 22 x 02	Melgueira I
02	29 x 08 x 02	Melgueira II
02	25 x 08 x 02	Melgueira II
01	25 x 22 x 02	Melgueira II
01	29 x 29 x 02	Tampa
01	29 x 04 x 02	Tampa
01	29 x 02 x 02	Tampa

**QUANTIDADE TOTAL E TAMANHO DAS PEÇAS
DE MADEIRA PARA A CONSTRUÇÃO
DE UMA COLMÉIA MARTHI**

QUANTIDADE	TAMANHO DA PEÇA [Comprimento (cm) x Largura (cm) x Espessura (cm)]	TIPO DE ALÇA
02	29 x 29 x 02	Fundo e Tampa da colméia
10	29 x 08 x 02	Lateral maior das alças
10	25 x 08 x 02	Lateral menor das alças
04	25 x 04 x 02	Suporte maior dos favos
02	25 x 02 x 02	Suporte menor dos favos
02	25 x 22 x 02	Piso da melgueira
01	29 x 04 x 02	Suporte da Tampa
01	29 x 02 x 02	Suporte da Tampa
TOTAL DE PEÇAS= 32		

MATERIAL EM PVC PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA COLMÉIA MARTHI	
ALIMENTADOR ARTIFICIAL EXTERNO PARA MEL/XAROPE	
ÍTEM	QUANT
Cano PVC de 32mm	13cm
Cano PVC de 20mm	5cm+11cm=16cm
Cápis de 32mm	1
Cápis de 20mm	1
Luva de 32mm X 25mm	1
Bucha 25mm X 20mm	1
Joelho de 20mm L/R	1
Plug de 20mm	1
ALIMENTADOR ARTIFICIAL EXTERNO PARA PÓLEN	
ÍTEM	QUANT
Cano PVC de 20mm	4,5cm+14cm=
18,5cm	
Cápis de 20mm	2
Joelho de 20mm L/R	1
Plug de 20mm	1

RECEITA PARA A FABRICAÇÃO DE XAROPE

- 1) Colocar dois litros de água em uma panela;
- 2) Adicionar dois quilos de açúcar cristal, de preferência que não tenha passado pelo processo de refinamento;
- 3) Levar a mistura ao fogo brando tendo o cuidado de mexer sempre até que todo o açúcar seja derretido. Cuidado! Nunca deixe a solução ferver;
- 4) Com a ajuda de um funil transferir o xarope para um recipiente PET de refrigerante de dois litros. O xarope que sobrar deve ser guardado em geladeira ou congelador para que, posteriormente, seja completado o volume de dois litros com um novo xarope;
- 5) Macerar um comprimido polivitamínico em um cadinho de alumínio até virar pó. Recomenda-se utilizar o da marca *Centrum*, o qual contém um amplo espectro de vitaminas e sais minerais;
- 6) Transferir o polivitamínico em pó para a garrafa PET. Tampar a garrafa e agitar até que todo o polivitamínico seja diluído no xarope;
- 7) Diluir 1ml de essência de rosa, ou jasmim, em 5ml de álcool;
- 8) Abrir a garrafa PET e pingar, aproximadamente, 4 gotas de essência diluída no xarope recém produzido;
- 9) Tampar a garrafa PET e agitar novamente até que toda a essência seja diluída no xarope;
- 10) O xarope está pronto para que seja colocado no alimentador da Colméia *Marthi*.

RECEITA PARA A FABRICAÇÃO DE PLACAS DE CERA

1) Pegar o fundo de uma Colméia *Marthi* (29cm X 29 cm) e pregar 3 laterais, a qual servirá de forma para a fabricação da placa de cera.;

2) Colocar a forma dentro de uma bacia emersa com água, juntamente com uma lateral que servirá para fechar completamente a forma, durante o período necessário para o derretimento da cera.;

3) Colocar aproximadamente 100g de cera em um papeiro;

4) Levar o papeiro ao banho Maria;

5) Mexer a cera com a ajuda de uma colher de pau, conforme ela for derretendo até o completo derretimento da cera;

6) Desligar o fogo e mexer a cera até a sua transferência para a forma.;

7) Após o derretimento da cera, retirar a forma e a sua lateral da água e sacudi-las para que seja eliminado o excesso de água.;

8) Fechar a forma utilizando a lateral de madeira;

9) Derramar a cera do papeiro no centro da forma;

10) Mexer a forma de um lado para outro fazendo com que a cera ocupe toda a forma.;

11) Após a cera preencher todos os espaços da forma parar de mexer a forma e esperar a cera solidificar.;

12) Após a cera solidificar enxaguar a cera com bastante água, de modo que a água penetre entre a cera e a forma.;

13) Retirar a placa de cera e fazer três cortes iguais longitudinais com a ajuda de uma faca ou espátula.;

14) Colocar os três pedaços, um em cima do outro, e agora cortá-los em quatro pedaços, gerando assim, 12 pedaços de cera.;

15) Conforme o estado da colônia oferecer quantidades suficientes de cera para ajudar a organização e estruturação da colônia.

MÉTODO PARA A VEDAÇÃO DA ALÇA DE VENTILAÇÃO

- 1) Tampar a abertura da alça de ventilação pelo lado externo da alça com a ajuda de uma tela de nylon e um grampeador;
- 2) Pegar uma certa quantidade (aproximadamente 100g) de geoprópolis, envolver dentro de um pano e macerar com o auxílio de um martelo, até virar pó;
- 3) Cortar ao meio uma garrafa PET de refrigerante de dois litros reservando o fundo;
- 4) Colocar o pó de geoprópolis no fundo da garrafa;
- 5) Adicionar água lentamente ao pó de geoprópolis e misturar com a ajuda de uma colher, até que a mesma se transforme em uma pasta;
- 6) Colocar a alça em pé de modo que a tela de nylon e os orifícios de ventilação fiquem em contato com o chão;
- 7) Com o auxílio da colher, transferir a pasta de geoprópolis para o interior do orifício de ventilação até que todo o buraco seja fechado;
- 8) Nivelar a pasta de geoprópolis com a espessura da alça;
- 9) Colocar a alça no sol para secar a pasta;
- 10) Após a pasta de geoprópolis secar utilizar a alça na colméia.

OUTROS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA COLMÉIA MARTHI	
ÍTEM	QUANT
Vidro transparente de 5mm de espessura 29cm X 29cm	1
Furadeira	1
Broca	Dvs
Tinta em cores variadas (azul, branca, amarela e verde)	Dvs
Prego de ripa	Dvs

MATERIAL PARA O MANEJO	
ÍTEM	QUANT
Grampeador de pressão	1
Grampos	Dvs
Pincel	2
Formão	1
Martelo	1
Alicate	1
Fita adesiva de 3,8cm de largura	1
Tela de arame 3cm X 3cm	1
Cera de abelha	Dvs
Complexo vitamínico	Dvs
Mel / Açúcar	1l / 1kg
Essência de flor	1ml
Bomba sugadora	1

FOTOGRAFIAS DOS CURSOS REALIZADOS VISANDO A DIFUSÃO DA COLMÉIA MARTHI







Referências Bibliográficas

ARAÚJO, E.D.; DINIZ-FILHO, J.A. & OLIVEIRA, F.A.A.(1996). Efeitos da produção de machos por operárias na extinção de populações de *Melipona* em função do aumento da homozigose no *locus XO*. *Braz. Journ. Genetic*, 19(3): 273.

ASENCOT, M. & LENSKY, Y. Juvenile hormone induction o "queenliness" on female honey bee (*Apis mellifera* L.) larvae reared on worker jelly and on stored royal jelly. *Comp. Biochem. Physiol.* 78 B (1):109-117, 1984.

BEIG, D.(1972). The production of males in queenright colonies of *Trigona (Scaptotrigona) postica*. *J. Apicul. Res.*, 11(1):33-39.

BEZERRA, J.M.D. (1995). Aspecto da reprodução de *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Apidae). UFV, Viçosa-MG. 65p. (Tese MS).

BEZERRA, J.M.D. (1999). *Caracterização morfofenética de populações de Melipona compressipes fasciculata* Smith (Hymenoptera, Apidae), em diferentes ecossistemas do Estado do Maranhão (Brasil). FMRP (USP), Ribeirão Preto-SP. 152p. (Tese DS).

CAMARGO, C. A. *Aspectos da reprodução dos Apídeos sociais*. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 1972. (Tese MS).

CAMPOS, L. A. O. Determinação do sexo em abelhas. XII. Determinação das castas em *Partamona cupira* (Hymenoptera, Apidae). Papel do hormônio juvenil. *Ciência e Cultura*, 31 (1): 65-70.1979.

CAMPOS, L. A. O. Determinação do sexo nas abelhas. XIV. Papel do hormônio juvenil na diferenciação das castas na subfamília Meliponinae (Hymenoptera, Apidae). *Rev. Bras. Biol.*, 39(4): 965-971, 1979.

CAMPOS, L. A. O. O hormônio juvenil nas abelhas: seu papel na diferenciação de castas e nos aspectos do controle social. Ribeirão Preto, São Paulo, 1977. (Tese de Doutorado).

CAMPOS, L. A. O. & COSTA, M. A. Determinação do sexo em abelhas XXVIII. Determinação das castas em *Schwarziana quadripunctata* (Hymenoptera, Apidae). *Rev. Bras. Biol.*, (4): 999-1001 1989.

CAMPOS, L. A. O. Determinação de castas no gênero *Melipona* (Hymenoptera, Apidae): papel do hormônio juvenil. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 1975. (Dissertação de Mestrado).

CAMPOS, L. A. O.; DRUMMOND, M. S. & LACERDA, L. M. Determinação do sexo em abelhas. XVIII. Papel dos hormônios juvenis I, II e III na diferenciação das castas de *Scaptotrigona xanthotricha* (Hymenoptera, Apidae). *Ciência e Cultura*, 35(2): 209-211 1983.

CAMPOS, L. A. O.; VELTHUIS, F. M. & VELTHUIS-KLUPPEL, H. H. W. Juvenile hormone and caste determination in a stingless bee. *Naturwissenschaften*, 2:98-99, 1975.

CARVALHO, G.A.(1996). *Monitoramento dos alelos sexuais XO em uma população finita de **Melipona scutellaris** (Apidae, Meliponini)*. UFU, Uberlândia. 59p. (Tese MS)

CARVALHO, G.A.; KERR, W.E. & NASCIMENTO, V.A.(1995). Sex determination in bees. XXXIII. Decrease of *xo* heteroalleles in a finit population of *Melipona scutellaris* (Meliponinae, Apidae). *Rev. Bras. Genetica*, 18 (1): 13-16.

CONTEL, E.P.B. & KERR, W.E.(1976). Origin of males in *Melipona subnitida* estimated from data of an isozymic polymorphic system. *Genetica*, 46:271-277.

CROZIER, R. H. Evolutionary genetics of the Hymenoptera. *Ann. Rev. Entomol.*, 22: 263-288, 1977.

DE KORT, C. A. D. & GRANGER, N. A. Regulation of the juvenile hormone titter. *Ann. Rev. Entomol.*, 26(1): 1-28, 1981.

FALCÃO, T.M.M.A.(1984). *Polimorfismos protéicos em populações naturais de abelhas brasileiras*. FMRP (USP), Ribeirão Preto. 231p. (Tese DS)

GOLDSCHMIDT, R. The influence of the citoplasm upon gene-controlled hereditary. *Amer. Natur.*, 68: 5-23.

HAGENGUTH, H. & REBOLD, H. 1978. Identification of juvenile hormone 3 as the only jh homolog in all developmental stages of the honey bee. *Z. Naturforsch*, 33: 847-850.

ISHAY, J.; FISCHL, J. & ALPERN, G. Study of honeybee caste differentiation by glucose level differences during development. *Insectes sociaux*, 23(1): 23-28 1976.

KERR, W. E. & NIELSEN, R. A. Sex determination in bees (Apinae). *J. Apic. Res.*, 6(1): 3-9, 1967.

KERR, W. E. Advances in cytology end genetics of bees. *Ann. Rev. Ent.*, 19: 253-267, 1974b.

KERR, W. E. Estudos sobre o gênero *Melipona*. *Ann. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"*, 5: 181-276, 1948.

KERR, W. E. Genetic determination of castes in the genus *Melipona*. *Genetics*, 35: 143-152, 1950.

KERR, W. E. Some aspects of the evolution of social bees (Apinae). *Evol. Biol.*, 3(4): 119-175, 1969.

KERR, W. E. & KRAUSE, W. Contribuição para o conhecimento da bionomia dos Meliponini. *Deuseria*, 1(15): 275-282, 1950.

KERR, W. E. & NIELSEN, R. A. Evidences that genetically determined *Melipona* can become workers. *Genetics*, 54(3): 859-866, 1966.

KERR, W. E. Formação de castas do gênero *Melipona* (Illinger, 1806). *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"* 5:181-276, 1946.

KERR, W. E. *Genética da determinação do sexo em abelhas X. Programa do trabalho da atividade dos genes determinadores de sexo e casta*. In: 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, Piracicaba, 1974a. Anais... Ribeirão Preto: Ellos, 1975.p. 179 - 190.

KERR, W. E. Multiple alleles and genetic load in bees. *J. Apic. Res.*, 6(2): 61-64, 1967.

KERR, W.E. & VENCOVSKY, R.(1982). Melhoramento genético em abelhas. I. Efeito do número de colônias sobre o melhoramento. *Braz. Jour. Genetics*, 5: 279-285.

KERR, W.E.(1967). Genetic structure of the populations of Hymenoptera. *Ciência e Cultura*, 19: 39-43.

KERR, W.E.(1969). Some aspects of the evolution of social bees (Apinae). *Evol. Biol.*, 3(4):119-175.

KERR, W.E.(1996). *Biologia e manejo da tábua: A abelha do Maranhão*. São Luís, EDUFMA.

KERR, W.E.(1997). Sex determination in honey bees (Apinae and Meliponinae) and its consequences. *Brasilian Journal of Genetics*, 20(4): 601-611.

KERR, W.E., CARVALHO, G.A. & NASCIMENTO, V.A.(1996). *Abelha Uruçu: biologia, manejo e conservação*. Fundação Acangaú, Belo Horizonte, MG.

MOURE, J. S. & KERR, W. E. Sugestões para a modificação da sistemática do gênero *Melipona* (Hymen.-Apoidea). *Deuseria*, 1(2): 105-129, 1950.

NIJHOUT, H. F. & WHEELER, D. E. Juvenile hormone and the physiological basis of insect polymorphisms. *The Quart. Rev. of Biol.*, 57(2): 109-133, 1982.

NOGUEIRA-NETO, P. (1997). Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão.. Nogueirapis, São Paulo, SP.

RIS, H. & KERR, W. E. Sex determination in honey bee. *Evolution*, 6: 244-245, 1952.

SILVA, D.L.N.(1977). Estudos bionômicos em colônias mistas de Meliponinae (Hymenoptera, Apoidea). *Bolm. Zool. Univ. S. Paulo*, 2:7-106.

SYNDER, T.P.(1974). Lack of allozymic variability in three bee species. *Evolution*, 28: 687-698.

TAMBASCO, A.J.(1971). Processo reprodutivo em *Melipona quadrifasciata* e seu impacto na população geneticamente ativa. *Ciência e Cultura*, 23:104-105.

VELTHUIS, H. H. W. & VELTHUIS-KLUPPELL, F. M. Caste differentiation in a stingless bee, *Melipona quadrifasciata* Lep., influenced by juvenile hormone application. *Entomol.*, 78(1): 81-94, 1975

WARREN, J. H. Labile sex ratios in wasps and bees. *Bio Science*, 37(7):498-506, 1987.

WHITING, P. W. Multiples alleles in complementary sex-determination of *Habrobacon*. *Genetics*, 28(5): 365-382, 1943.

WHITING, P. W. Sex-determination and reproductive economy in *Habrobacon*. *Genetics*, 24: 110-111, 1939.

WILLIAMS, G. C. *Sex and evolution*. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1975. 200 p.

WILSON, E. O. *Sociobiology*. Cambridge, Massachusetts, Belknap Press, 1975. 697p.

YOKOYAMA, S. & NEI, M. Population dynamics of Sex determining alleles in honey bees and self-incompatibility alleles in plants. *Genetics*, 91: 609-626.

ZUCCHI, R. A. *Aspectos etológico-evolutivos da bionomia dos Meliponinae (Hymenoptera, Apidae)*. Ribeirão Preto, FFCLRP, 1977. 204p.(Tese Livre Docência).

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

*Raimunda Nonata Santos de Lemos¹, Aldenise Alves Moreira¹,
Maria Aparecida Castellani Boaretto², Wilson Badiali Crocomo²*

Introdução	224
Princípios do Manejo Integrado	226
Estratégias Básicas para Viabilização do Mip	226
Avaliação do Ecossistema	227
Parâmetros de importância para o MIP	229
Tomada de Decisão	235
Nível de dano	235
Tendência do Crescimento Populacional em Relação ao Nível de Dano	236
Escolha do Método de Redução Populacional	237
Principais Métodos de Controle	237
Alguns Programas de Mip no Brasil	239
Mip em Citros	239
Mip em Milho	241
Mip em Mandioca	241
Mip em Algodão	243
Mip em Arroz	245
Mip em Cana-de-Açúcar	247
Mip em Soja	247
Mip em Feijão Vagem	248
Mip em Tomate	249
Mip em Pimenta e Pimentão	250
Mip em Brássicas	251
Mip em Cucurbitáceas	251
Considerações Finais	252
Referências Bibliográficas	253

¹ Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, CCA/UEMA. C.P. 6006, CEP 65.051-970, São Luis-MA. E-mail: rlemos@cca.uema.br,

² Departamento de Agronomia, UESB, C.P. 95, CEP 45.100-000, Vitória da Conquista-BA;

³ Departamento de Produção vegetal, FCA/UNESP, C.P. 237, CEP 18.603-970, Botucatu-SP.

Introdução

A necessidade de grandes produções para atender a crescente demanda por alimento leva a agricultura a ser, cada vez mais, subsidiada energeticamente através de aplicações de fertilizantes, defensivos e outros insumos (Odum, 1988). O homem tem atuado como uma bomba sobre os recursos naturais na medida que sobrecarrega determinadas áreas para garantir a produção de alimentos na velocidade com que ela é solicitada (Crocomo, 1990). No entanto, não se pode esquecer que a humanidade é parte integrante do ambiente e para que a sustentabilidade no uso das fontes seja alcançada deve-se manejar adequadamente os recursos naturais responsáveis pelo equilíbrio dos agroecossistemas.

Na área agrícola os produtos químicos sempre se apresentaram como uma solução simples e fácil para os problemas causados por pragas, doenças e plantas daninhas, sendo, por isso mesmo, utilizados indiscriminadamente. Entretanto, com o desenvolvimento da agricultura acompanhado de uma série de modificações de ordem técnica, econômica e social que ocorreram nas últimas décadas, esses produtos deixaram de ser solução para transformarem-se em mais um problema, não só para os agricultores, mas também para a sociedade. A cada ano tornava-se necessário o emprego de doses maiores e mais freqüentes para obtenção de um controle mais efetivo, surgindo problemas de tolerância, resistência, ressurgência e explosão de pragas secundárias (Crocomo, 1990). É importante ressaltar, que a resistência de pragas a agrotóxicos tende a se agravar nos trópicos úmidos, manifestando-se com maior intensidade em áreas com especialização cultural (monoculturas) e o conseqüente uso desses produtos. A diversidade de insetos nos trópicos é muito alta, uma vez que as características climáticas da região favorecem a proliferação das populações de insetos e microorganismos durante todo o ano, mantendo constantemente elevado o risco de incidência de pragas e doenças das plantas.

Quando se verificou que a constante presença de resíduos de agroquímicos em alimentos e a contaminação do ambiente poriam em risco a saúde humana, a sociedade percebeu que o preço muito alto pago pela utilização indiscriminada desses produtos não era compensado pelos "benefícios obtidos". Diante de tal situação surgiu a necessidade de desenvolver uma tecnologia mais inteligente para controle

de pragas, doenças e plantas daninhas, que racionalizasse o uso desses produtos e estabelecesse condições para uma convivência pacífica com os organismos considerados pragas.

Ao longo dos anos esse conceito foi evoluindo até ser sugerido o termo MIP - Manejo Integrado de Pragas, que preconiza o uso racional de produtos químicos, a fim de evitar a eliminação dos inimigos naturais das pragas, que auxiliam o controle. De um modo geral, o MIP implica na utilização de técnicas para a manipulação ou gerência dos ecossistemas com o objetivo de promover modificações que atendam aos interesses econômicos da sociedade.

Desde Smith & Allen (1954) que propuseram o Controle Integrado de Pragas com base na aplicação dos princípios ecológicos e na utilização de métodos biológicos em associação com os métodos químicos, foram surgindo variações em torno dos princípios de controle de pragas.

Geir & Clark (1961) lançaram a idéia de manejar as populações dos insetos e Geir (1970) propôs o termo Manejo de Pragas para designar o controle de insetos em bases ecológicas. Entretanto, Smith et al. (1976) preferiram utilizar o termo Manejo Integrado de Pragas e estender esta técnica a qualquer tipo de problema limitador da produção agrícola decorrente da competição interespecífica (patógenos, insetos, nematóides, plantas invasoras, etc.).

Segundo Kogan (1980), o Manejo Integrado de Pragas – MIP, não pode ser caracterizado simplesmente pela utilização simultânea de vários métodos de controle, mas pela harmonia do(s) método(s) empregados com os princípios ecológicos, econômicos e sociais que são a base do Manejo de Pragas. Assim, qualquer esquema de redução populacional de insetos, envolvendo um ou mais métodos de controle, poderá ser considerado manejo de pragas desde que tenha por objetivo interferir o mínimo possível no equilíbrio do ecossistema.

Atualmente a combinação de estratégias de controle de populações, incluindo as práticas culturais, os inimigos naturais e o uso de inseticidas, torna-se cada vez mais importante para o manejo adequado de pragas, pois atendem aos princípios de sustentabilidade dos agroecossistemas, que pregam o aumento da produção, a melhoria da qualidade e a redução do impacto sobre os recursos naturais (Gassen, 1996).

No Brasil, existem programas de MIP estabelecidos para algumas culturas de importância econômica, a exemplo da soja, algodão,

citros, dentre outras frutíferas, com resultados promissores implicando em redução do número de aplicações, refletindo em economia para o agricultor e minimização de efeitos adversos ao meio ambiente. Infelizmente, os dados básicos, que geralmente necessitam de vários anos de observações em nível de campo, para o estabelecimento de suas etapas (nível de dano econômico para tomada de decisão), não foram obtidos nas nossas condições de trópico úmido, sendo na maioria das vezes utilizados dados obtidos em outros países, com níveis de precisão incertos.

Princípios do Manejo Integrado

O primeiro passo para a compreensão e utilização do MIP é a mudança da definição de praga para uma conceituação dinâmica que retira do inseto o rótulo de praga e estabelece a possibilidade dele ser “condicionalmente” praga, ou seja, um inseto pode ser considerado praga ou não em função de fatores ecológicos como nível populacional e época de ocorrência; fatores econômicos, como objetivos da cultura, valor econômico e custo de controle; fatores sociais, como desenvolvimento econômico da região e momento histórico; fatores culturais, como nível técnico do agricultor e principalmente levando em consideração a interação desses fatores.

O estabelecimento desse conceito implica na mudança da filosofia de utilização dos métodos de controle de pragas, que passam a ser empregados apenas quando necessários, isto é, quando a ocorrência do inseto na cultura satisfizer os requisitos necessários para ser considerado praga, deixando de obedecer a calendários ou esquemas pré-definidos.

Dessa forma, o MIP envolve o emprego simultâneo de diferentes técnicas de supressão populacional com o objetivo de manter os agentes de competição interespecífica numa condição de não praga de forma econômica e harmoniosa com o ambiente.

Estratégias Básicas para Viabilização do Mip

Para atingir o objetivo de interferir o mínimo possível no ecossistema a execução do manejo de pragas se apóia basicamente em três elementos: Avaliação do ecossistema, tomada de decisão e escolha do sistema de redução populacional.

Avaliação do Ecossistema

O emprego do manejo de pragas requer, em primeiro lugar, o entendimento do agroecossistema, onde a diversidade de espécies presentes é evidentemente menor do que a verificada nos ecossistemas naturais. Em segundo lugar é extremamente importante planejar a implantação do agroecossistema levando em conta que os problemas entomológicos devem ser previamente estudados visando a escolha das variedades e adoção de práticas culturais com o objetivo de tornar a cultura menos suscetível ao ataque de pragas. Em se tratando de MIP, não existe um pacote pronto, cada caso deve ser analisado por meio de um programa de monitoramento, isto é, de amostragens periódicas que leve em consideração:

- reconhecer as espécies com potencial para causar danos (pragas-chave);
- reconhecer os inimigos naturais que mantêm o equilíbrio das “pragas-chave” de maneira mais efetiva;
- acompanhar a flutuação populacional dos inimigos naturais e das espécies de insetos, mais diretamente relacionadas com a cultura;
- acompanhar o desenvolvimento fenológico da planta e sua suscetibilidade nos diferentes estágios ao ataque dos insetos;
- verificar os efeitos do clima sobre a cultura e sobre a ocorrência dos insetos e seus inimigos naturais;
- acompanhar os efeitos do método de redução populacional empregado, sobre os insetos e sobre as espécies não alvo.

A condição praga

Um dos aspectos mais importantes do emprego do MIP é o estabelecimento da condição “praga” em função do tipo de injúria e da quantidade de danos causados pela população do inseto. Assim, em princípio é possível estabelecer as pragas-chaves e as pragas ocasionais.

- Pragas-chaves – são insetos que de uma maneira geral, estão presentes na cultura em níveis populacionais relativamente altos e provocam um tipo de injúria que pode acarretar perdas

significativas. Ao menor desequilíbrio populacional esses insetos podem causar prejuízos ao agricultor.

- Pragas ocasionais – são insetos que embora presentes na cultura, geralmente, são mantidos em níveis populacionais relativamente baixos (geralmente devido à ação dos inimigos naturais) provocando um tipo de injúria menos significativa. Esses insetos só atingem um nível populacional capaz de causar prejuízos ao agricultor mediante desequilíbrios drásticos, como por exemplo, a aplicação inadequada de defensivos.

Atualmente o MIP já é um termo de uso corrente nas organizações internacionais e brasileiras de pesquisa e extensão, sempre para designar um conjunto de práticas que busca utilizar ao máximo os componentes vivos dos processos naturais para combater os efeitos de certas práticas produtivas. Mas, segundo Yudelman et al., (1998) existem basicamente duas visões sobre o manejo integrado de pragas: a primeira chamada de tecnológica, que preconiza a utilização em escala crescente de sementes geneticamente melhoradas e resistentes, ainda que seja com a intervenção de produtos químicos e a segunda chamada de ecológica que visa uma agricultura emancipada da utilização permanente de inseticidas. Tudo isso pode ser traduzido como a visão clássica e atual de ocorrência de pragas na agricultura.

Visão Clássica da Ocorrência de Pragas

- Plantas com insetos \longleftrightarrow Lavoura infestada (presença de pragas);
- Implantação de medidas de controle (químico) visando garantir a produção;

Visão Atual da Ocorrência de Pragas na Agricultura

- Do ponto de vista ecológico não existe praga;
- Os insetos são importantes na manutenção do equilíbrio do ecossistema; são os primeiros agentes a atuar no ciclo de transformação da matéria orgânica e nos processos de intemperização para a formação do solo;

- Uma espécie pode ser considerada praga ou benéfica conforme as circunstâncias;
- O controle de pragas é uma prática cultural que não aumenta a produção, evita apenas as perdas provocadas pela competição dos insetos.

Parâmetros de importância para o MIP

- Nível de equilíbrio (NE) – representa a densidade média da população durante um longo período de tempo na ausência de mudanças permanentes no ambiente.
- Nível de controle (NC) – representa a densidade populacional na qual medidas de controle devem ser tomadas para evitar prejuízos.
- Nível de dano econômico (NDE) – é a menor densidade populacional capaz de causar perdas econômicas significativas ao agricultor

Em função da posição de Nível de Equilíbrio populacional do inseto em relação aos níveis de controle e dano, tem-se a seguinte condição de insetos-pragas (Figura 1).

- Insetos não pragas – quando o NE situa-se abaixo dos NC e NDE mesmo nos picos populacionais. O inseto está presente no agrossistema (mas não é praga). Exemplo frequente: Pulgão do Milho, *Rhopalosiphum maidis*, em sorgo e milho;
- Pragas ocasionais – quando o NE está situado abaixo dos NC e NDE e os picos populacionais atingem ocasionalmente o NC ou NDE, retornando ao equilíbrio após a aplicação de medidas de controle. Exemplos: Besourinho amarelo, *Costalimaita ferruginea vulgata*, em algodoeiro e Mandarová da mandioca, *Erinnyis ello*;
- Insetos-pragas – quando o NE está situado abaixo dos NC e NDE, porém todos os picos populacionais atingem o NC ou NDE, exigindo a adoção constante de medidas de controle para obtenção de um novo NE situado mais abaixo. Exemplo: Cigarrinha do feijoeiro, *Empoasca kraemeri*;
- Pragas severas – quando o NE está situado acima dos NC e NDE, exigindo controle preventivo para garantir a produtividade da cultura. Exemplo: Gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* e Moscas-das-frutas, *Anastrepha* spp.

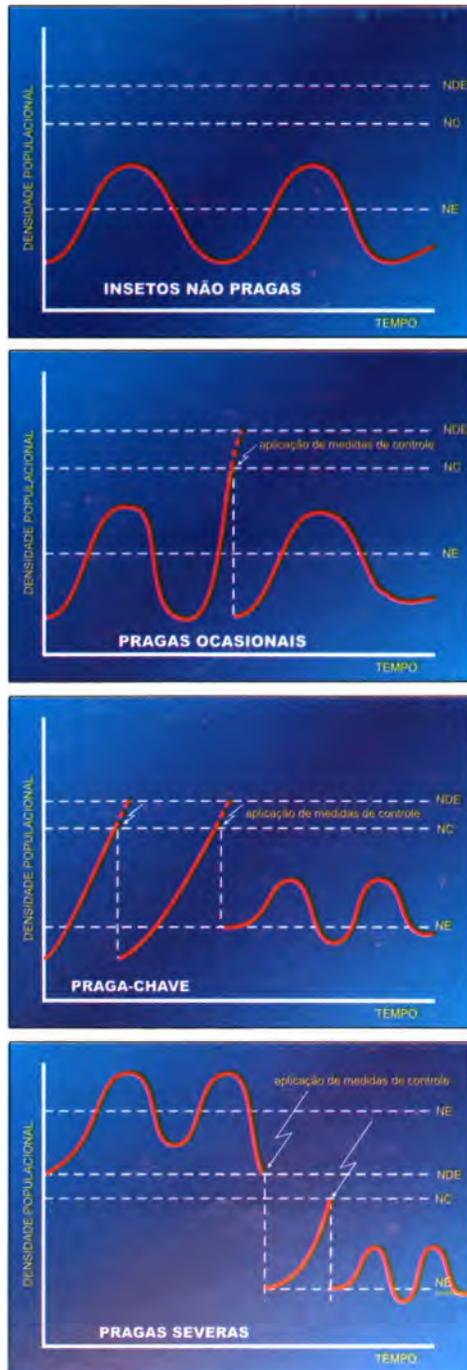


Figura 1. Condições nas quais um inseto é considerado praga (Silveira Neto et al., 1976).

Amostragem de pragas

A amostragem é uma das etapas fundamentais em estudos de ecologia quantitativa. O estudo de populações pode ser dividido em extensivos e intensivos. Estudos extensivos são conduzidos em grandes áreas e normalmente voltados para distribuição de espécies de insetos ou para predizer danos, bem como para a aplicação de medidas de controle. Uma mesma área pode ser amostrada várias vezes durante um determinado período, enfatizando-se um estágio particular de desenvolvimento do inseto, sendo que o tempo de amostragem deve ser apropriado em relação ao estágio de desenvolvimento escolhido. Normalmente, tais estudos fornecem informações sobre o nível padrão da população na área ou em anos sucessivos, possibilitando relacionar os níveis populacionais a fatores edáficos ou climáticos.

Estudos intensivos envolvem observações contínuas de uma população em uma determinada área. Normalmente, essas informações permitem elaborar tabelas de vida ou determinar os fatores que causam as maiores flutuações no tamanho da população e aqueles que as regulam. Os estudos intensivos têm objetivos mais específicos, como a determinação do nível de parasitismo, taxa de dispersão, mudanças na população, etc.

O levantamento populacional e os estágios nos quais os fatores de mortalidade operam são os passos iniciais para estimar a produtividade dos ecossistemas. No contexto do MIP, a tomada de decisão é um aspecto chave e básico para se decidir sobre a necessidade ou não de alguma ação de controle com base nas populações das pragas e, de forma ideal, nas populações dos inimigos naturais. Assim, estimativas precisas da abundância de uma praga são fundamentais no desenvolvimento de técnicas de MIP, dentro do qual inclui-se o momento apropriado de utilização de práticas de controle químico quando as populações alcançam o nível de limiar econômico.

Inúmeros são os métodos e programas de amostragens que podem ser estabelecidos para as diferentes culturas, entretanto, o melhor é aquele que permite a obtenção de dados que possam ser relacionados ao prejuízo econômico causado pelos insetos.

As amostragens periódicas determinarão a presença do inseto e a tendência do crescimento populacional, a ocorrência de parasitismo e mortalidade provocada por outros fatores do ambiente. Essas informações correlacionadas com a capacidade do inseto em danificar di-

ferentes estágios fenológicos da planta, poderão permitir uma previsão de danos.

O monitoramento, que envolve um esquema de amostragem, deve ser realizado com o objetivo de avaliar o nível populacional, tanto da praga como dos inimigos naturais, através de medidas de população absoluta (números de insetos por unidade de área), da população relativa (número de insetos por levantamento) e índices populacionais (média dos produtos ou efeitos causados pelos insetos), sendo as duas últimas as mais utilizadas. Para que se realize uma amostragem correta é necessário verificar o tipo de distribuição espacial dos insetos na área em estudo. Normalmente, os insetos podem distribuir-se de três formas: agregada, ao acaso ou ainda de forma regular (Figura 2).

Basicamente existem dois tipos de amostragem: a amostragem comum ou simples e amostragem seqüencial. O primeiro tipo caracteriza-se, principalmente, por apresentar um número fixo de observações, determinado antes de se iniciar o procedimento de amostragem, e os resultados são avaliados após o seu término (Tabela 1). A amostragem seqüencial, ou teste seqüencial da razão das probabilidades, é um método estatístico caracterizado pelo fato do número de observações não ser fixado antes de se conduzir o experimento. A decisão de terminar a amostragem e tomar uma decisão depende, em cada etapa, dos resultados obtidos até então. Assim, as informações parciais fornecidas pela amostragem são levadas em conta, o que não ocorre com os métodos não seqüenciais.

Desenvolvida por Wald em 1943, a análise seqüencial passou a ter uso extensivo em estudos entomológicos a partir da década de 50, intensificando-se a partir dos anos 70. A amostragem seqüencial é apropriada para aplicação em MIP, pois a ênfase está essencialmente em propor a classificação de populações, preferivelmente, do que estimar parâmetros da população (Ruesink & Kogan, 1986). Assim, evita-se uma amostragem excessiva, o que resulta em uma economia de tempo e esforço, o que constitui a maior vantagem da amostragem seqüencial.

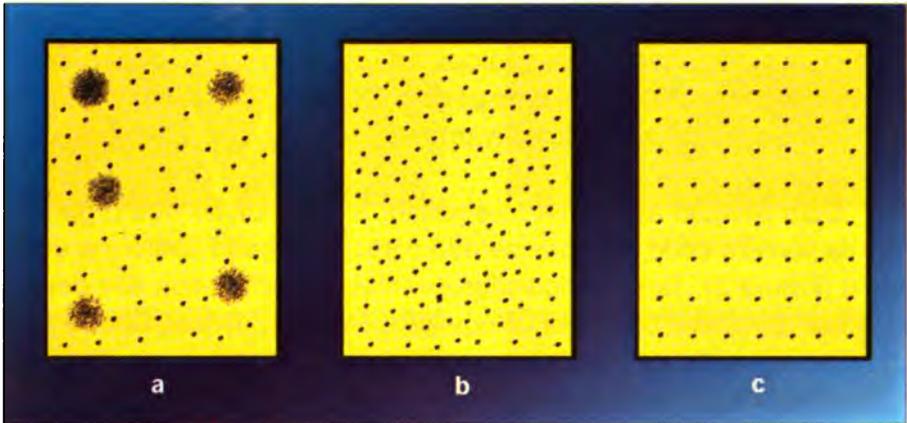


Figura 2. Tipos de distribuição espacial de insetos: a) agregado, b) ao acaso, c) regular ou uniforme (Nakano et al., 1981).

Tabela 1. Exemplo de amostragem comum, na cultura da soja (Silveira Neto, 1990).

Área (ha)	Tamanho da amostra (pontos)	Unidade da amostra	
		Lagartas, percevejos	Broca da Axila
01-10	6	Uma amostragem com pano por ponto	Examinar 10 plantas por ponto
11-30	8		
31-100	10		

Como desvantagem deste método pode-se citar a necessidade de se conhecer a distribuição espacial dos insetos e o grande número de amostras necessárias quando a população se encontra em nível intermediário. Para elaboração de um plano de amostragem seqüencial é necessário conhecer a distribuição espacial do inseto, formular hipótese e estabelecer o risco de se tomar decisões erradas. Os requisitos básicos são os seguintes:

- tipo de função matemática que melhor descreve a distribuição das contagens de insetos ou lesões por eles causados ou qualquer outra variável correlacionada;
- limiar econômico ou nível de dano na forma de duas densidades populacionais críticas;

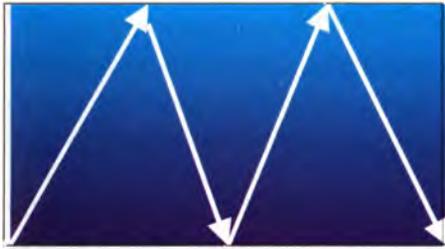
- probabilidade aceitável de erro na tomada de decisão, isto é, probabilidade alfa e beta de predizer uma densidade populacional não prejudicial como sendo prejudicial, e a de predizer uma densidade populacional prejudicial como sendo não prejudicial, respectivamente.

Com relação ao primeiro requisito, a distribuição dos organismos na lavoura pode ser considerada como: agregada, uniforme e ao acaso (Figura 2). Tais distribuições em nível da estatística são denominadas: Binomial Negativa, Binomial e Poisson, respectivamente. Comumente os insetos seguem os modelos de distribuição de Poisson ou Binomial negativa, sendo esta última mais freqüente. A distribuição espacial dos insetos depende da unidade amostral, do comportamento da espécie e do tipo de avaliação que é realizada.

O requisito nível de limiar econômico, na forma de duas ou mais densidades críticas, tem sido um dos entraves para o desenvolvimento de planos seqüenciais não só para o trópico úmido como para outras regiões do Brasil, pois segundo diversos autores o estabelecimento desses níveis populacionais necessita de estudos de longa duração, envolvendo observações do ciclo da cultura, fisiologia da planta, prejuízos da praga, custo de controle e valor da produção.

Em síntese para a elaboração de um plano de amostragem, deve-se considerar os seguintes aspectos:

- tamanho da amostra (n) - representa o número de amostras a ser obtido por unidade de área. Como exemplo cita-se o levantamento de cigarrinha em cana-de-açúcar (*Mahanarva posticata*), em que se recomenda 5 amostras/ha;
- unidade de amostra – representa o número de observações a serem feitas por amostra. Para a praga anterior examinar 50 canas/amostra;
- tipo de caminhamento – é a forma como o deslocamento deve ser feito no campo para realizar a amostragem, ou seja, em zig-zag, em U, em cruz, em pontos (Figura 3);
- tipo de amostragem – comum ou seqüencial.



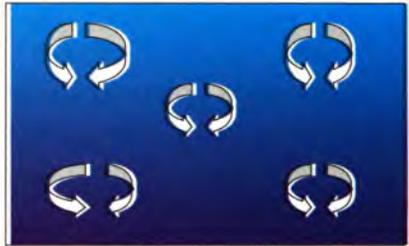
Em zig zag



Em cruz



Em U



Em pontos

Figura 3. Tipos de caminhamento para amostragem de insetos (Ferreira, 1980).

Tomada de Decisão

Nível de dano

As ações a respeito do controle devem ser decididas por meio da análise dos aspectos econômicos da cultura e da relação custo/benefício do controle de pragas. Em termos práticos o controle deve ser feito quando os prejuízos econômicos provocados pelos insetos apresentarem potencialidade de se igualar ao custo de controle. Esse conceito é muito importante, visto que o controle de pragas não aumenta a produção esperada, mas apenas evita as perdas. Dessa forma, a decisão de controlar ou não uma praga deve considerar o nível de dano econômico, que depende:

- da injúria provocada pelo inseto
- das perdas econômicas decorrentes dessa injúria
- do valor econômico da produção

Tendência do Crescimento Populacional em Relação ao Nível de Dano

O aumento populacional dos insetos até atingir o nível de dano é função dos seguintes fatores ecológicos:

- abióticos – são fatores independentes da densidade populacional: fatores climáticos (radiação solar, temperatura, luz, umidade).
- bióticos - são fatores dependentes da densidade, ou seja, que regulam as interações interespecíficas.

Segundo Crocomo (1990) para tomar a decisão de controlar ou não controlar uma praga, deve-se considerar que a razão pela qual um inseto atinge um nível populacional que causa perdas econômicas, se deve ao fato de que os mecanismos ecológicos de regulação da população daquela espécie não estão atuando satisfatoriamente, portanto, as ações de controle não trarão prejuízo imediato para o ecossistema que já não apresenta um equilíbrio satisfatório. Em outras palavras, a utilização de um produto químico seletivo para controlar uma praga, não prejudicará a ação dos inimigos naturais, uma vez que ela só atingiu a condição praga porque a população de inimigos naturais é inexistente ou permanece num nível abaixo do mínimo necessário para que sua ação se faça sentir (Figura 4).

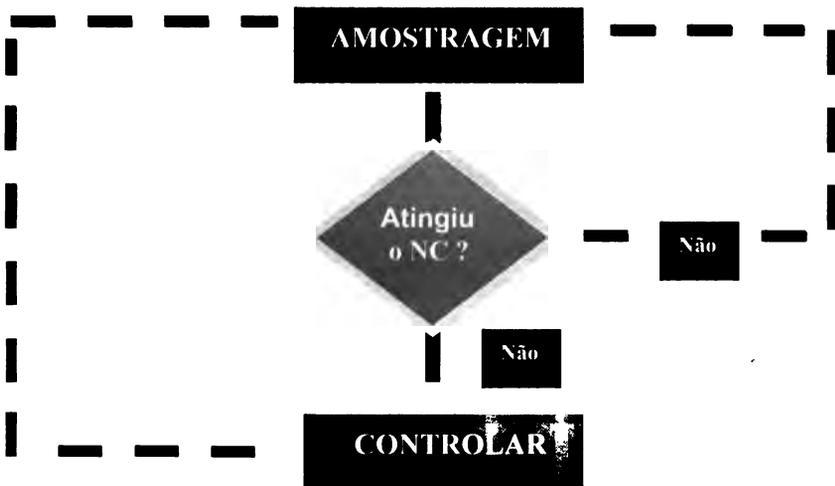


Figura 4. Diagrama de decisão num programa de Manejo Integrado de Pragas (Ferreira, 1980).

A tomada de decisão pode ser feita também levando-se em consideração não só a população da praga, mas também a de um inimigo natural importante. Nesse caso, as pulverizações seriam feitas nos locais de menor densidade populacional do inimigo natural, utilizando-se produtos seletivos (Tabela 3).

Tabela 3. Esquema de programa de manejo simplificado, sendo Y dosagem de um produto maior que X (adaptado de Ruesink & Kogan, 1975).

Densidade do predador	Densidade da praga		
	Baixa	Média	Alta
Baixa	Não Pulverizar	Pulverizar X	Pulverizar Y
Média	Não Pulverizar	Não Pulverizar	Pulverizar X
Alta	Não Pulverizar	Não Pulverizar	Não Pulverizar

Escolha do Método de Redução Populacional

Difícilmente o emprego de um único método de controle solucionará todos os problemas entomológicos que ocorrem numa safra agrícola. A avaliação dos métodos de controle de pragas envolve conhecimento da biologia, fisiologia, comportamento e ecologia do inseto, especialmente, das características de sua dispersão.

Principais Métodos de Controle

Segundo Luckmann & Metcalf (1975) os métodos de controle de pragas dependem muito da ciência aplicada e da tecnologia disponível e podem ser apresentados na seguinte ordem conforme sua complexidade.

- **Métodos culturais ou práticas agrônômicas:** uso de variedades resistentes, rotação de culturas, destruição dos restos de culturas, aração do solo, alteração da época de plantio e/ou colheita, poda ou desbaste, adubação, limpeza da cultura, manejo da água – irrigação ou drenagem, uso de culturas-armadilhas, manipulação ou destruição de hospedeiros alternativos.

- Métodos mecânicos: destruição manual, uso de barreiras, armadilhas e esmagamento de insetos.
- Métodos físicos: calor, frio, umidade, energia, som e radiação ionizante.
- Métodos biológicos: proteção e aumento das populações de inimigos naturais; introdução, aumento artificial e colonização de parasitóides e predadores; propagação e disseminação de bactérias, fungos, vírus e protozoários entomopatogênicos.
- Métodos químicos: atraentes, repelentes, inseticidas, esterilizantes, inibidores de crescimento e modificadores de comportamento.
- Métodos genéticos: propagação e liberação de insetos estéreis ou geneticamente incompatíveis com a população natural.
- Métodos regulatórios: quarentena, programas de supressão e erradicação, legislação exigindo o controle de determinados insetos.

Para utilização integrada dos diversos métodos de controle disponíveis é necessário verificar com frequência suas diferenças de potencialidade, procurando minimizar o impacto ecológico de cada um deles. É importante lembrar que muitos desses métodos exigem planejamento prévio, antes da instalação da cultura, é o caso de algumas medidas culturais como utilização de variedades resistentes, rotação de culturas, plantas armadilhas e destruição de restos de culturas. Mesmo os métodos biológicos e genéticos, devido suas características, exigem planejamento prévio.

O emprego de um único método raramente irá solucionar os diversos problemas entomológicos que ocorrem durante a safra. A adoção de quaisquer métodos de controle de pragas envolve o conhecimento da biologia, fisiologia, comportamento e ecologia do inseto e, especialmente, as características da sua dispersão. Todavia, tem-se o hábito de recomendar o método de ação mais rápida e, aparentemente, mais simples. Desconsiderando-se a complexidade de conhecimentos que são necessários ao emprego correto para se obter resultados satisfatórios, com o mínimo de risco. Além disto, faz-se com frequência o superdimensionamento do controle de pragas, com o objetivo de garantir maior produtividade, sem levar em conta o prejuízo decorrente dos custos da tecnologia empregada.

O desenvolvimento de programas de manejo integrado, baseados na otimização do uso dos métodos químicos e biológicos, tem recebido crescente atenção pelos pesquisadores em muitas partes do mundo. Pesticidas que possam ser usados no controle de pragas sem prejudicar os inimigos naturais importantes tem sido a principal preocupação dos pesquisadores, uma vez que o MIP preconiza a utilização de inseticidas seletivos para que o controle biológico tenha pleno êxito em qualquer agroecossistema.

Métodos que envolvem a manipulação das condições ambientais atuam melhor quando são feitas ações conjuntas, envolvendo diversos produtores da região, visto que os insetos não conhecem limites entre propriedades. É necessário, e fundamental, considerar que os métodos de controle não apresentam uma resposta imediata e não devem ser adotados tão somente em função do nível populacional, mas como uma forma de prevenir o seu crescimento. Uma análise prévia do histórico da área relacionada com as culturas, com o clima e com a ocorrência de pragas, possibilitará uma previsão dos problemas que deverão ser enfrentados.

Alguns Programas de Mip no Brasil

Mip em Citros

Mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus* e *Anastrepha obliqua*)

❖ AMOSTRAGEM

- monitoramento de adultos: armadilhas McPhail e Jackson - 2 a 4 armadilhas/ha na periferia do pomar (150 a 200 m de distância entre armadilhas);
- Monitoramento de frutos: 0,5 a 5,0 kg de frutos/ha.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- 1 adulto *Anastrepha*/armadilha/dia (McPhail);
- 2 machos *Ceratites*/armadilha/dia (Jackson);
- 0,5 MAD (mosca/armadilha/dia).

Ácaros (*Brevipalpus phoenicis* e *Phyllocoptruta oleivora*)

❖ AMOSTRAGEM

- Em 1% das plantas do talhão: examinar 5 folhas e 5 frutos/planta (lupa de bolso, campo fixo com 10x de aumento);

Com a amostragem convencional, são examinados 60 frutos ou folhas para o ácaro da ferrugem e 60 frutos ou ramos para o ácaro da leprose, totalizando 120 unidades de amostras por talhão de mais ou menos 2.000 plantas;

- Seqüencial: são examinadas de 20 a 90 partes por talhão de mais ou menos 2.000 plantas. Geralmente é preciso fazer 28 inspeções para se chegar a uma decisão de controle. Usando-se a seqüencial, além de fornecer resultados mais seguros, economiza-se tempo.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Ácaro da ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*): 10% dos frutos com 30 ou mais ácaros (indústria) e 20 ou mais ácaros (in natura);
- 30 ácaros/cm², como nível de ação para um talhão padrão de MIP (mais ou menos 1.000-2.000 plantas);
- Ácaro da leprose: 1 ácaro (com presença de leprose). Os níveis de ação evoluíram de 1% para 10% e 15%, sendo reservado o primeiro valor (10%) para os talhões que apresentam focos do inóculo da doença e o 2º para talhões que têm o ácaro, mas não dispõem ainda da fonte de inóculo.

Larva minadora (*Phyllocnistis citrella*)

❖ AMOSTRAGEM

- Em 1% de árvores/talhão: examinar os ponteiros (1 larva).

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Pomares novos: 10% de ramos com larvas vivas;
- Pomares adultos: 30% de ramos com larvas vivas;
- Pomares com histórico de cancro cítrico: 1 larva no talhão.

Cigarrinhas transmissoras da CVC (*Dilobopterus costalimai*, *Oncometopia facialis* e *Acrogonia* sp.)

❖ AMOSTRAGEM

- Armadilha adesiva amarela e rede entomológica em 1 a 2% de plantas do talhão – contagem do material capturado.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Pomares com até 5-6 anos e pomares com mais de 5-6 anos localizados próximos a talhões jovens: 1 cigarrinha em 10% das árvores.

Mip em Milho

Percevejo do colo (*Nezara viridula* e *Dichelops furcatus*)

❖ AMOSTRAGEM

- Porcentagem de plantas com sintomas de ataque – contagem dos percevejos.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Mais de 2 percevejos/m².

Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*)

❖ AMOSTRAGEM

- Porcentagem de plantas atacadas

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- De 20 a 30% de plantas atacadas.

Mip em Mandioca

Mandarová-da-mandioca (*Erinnyis ello*)

❖ AMOSTRAGEM

- Em 10 plantas ao acaso/ha por semana ou a cada quinze dias, até o 5º mês após o plantio, verificando o tamanho e número de lagartas e/ou número de ovos, atribuindo-se as seguintes notas:

1 = sem ovos; 2 = 1 a 3 ovos/planta; 3 = 4 a 6 ovos/planta; 4 = 7 a 10 ovos/planta; 5 = 11 a 20 ovos/planta e 6 = mais de 20 ovos/planta

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Quando se considera o controle biológico *Baculovirus erinnyis*, o nível de controle é atingido quando são detectadas 5 a 7 lagartas pequenas (até 3 cm) por planta, em plantios com até 5 meses.

Ácaro verde (*Mononychellus tanajoa*)

❖ AMOSTRAGEM

- É realizada em 40 plantas/ha, caminhamento em Z ou X, esta amostragem pode ser de 3 formas:

a) Amostragem de adultos

Onde um pedaço de Durex (10 x 1 cm) é pressionada

na face inferior de uma folha do terço apical (cobrindo-se a nervura) e fixada em lâmina microscópica, onde é efetuada a contagem de ácaros na área delimitada.

b) Amostragem das injúrias/danos, é efetuada através de escala de notas;

0 = ausência de danos;

1 = clorose pontiaguda na face superior ou ventral do limbo, geralmente em torno da nervura central (danos de 1-25%; dano leve);

2 = clorose ou manchas amarelas generalizadas, com bronzeamento ou prateamento foliar e morte dos tecidos, principalmente nas folhas apicais (danos de 26-50% - dano médio);

3 = clorose e manchas amarelas generalizadas, não ultrapassando 75% da folha (dano de 51-75% - dano forte);

4 = todos os sintomas anteriores e mais, queda de folhas, pelamento das hastes e deformações morfológicas dos ramos (danos de 76-99% - dano muito forte);

5 = todos os sintomas anteriores, com pelamento total de folhas e morte das plantas (danos de 100% - dano extremamente forte).

c) Amostragem de adultos e das injúrias/danos

0 = nenhum ácaro na brotação apical, não existe pontuações;

1 = ácaros na brotação, poucas pontuações;

2 = muito ácaros, poucas pontuações na brotação e folhas terminais;

3 = brotação afetada, folhas adjacentes com muitas pontuações;

4 = brotação deformada, folhas adjacentes com muitos ácaros;

5 = brotação morta, desfolhamento dos pontos terminais.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Não foi determinado o nível de controle

Mip em Algodão

Tripes (*Frankliniella* sp.)

❖ AMOSTRAGEM

- Quando as sementes não são tratadas com inseticidas, é necessário vistoriar dos 10 aos 30 dias, coletando-se 50 plantas por até 10 ha, ao acaso, e batendo-as contra uma superfície lisa e branca.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- A constatação de 5 ou mais insetos adultos e ninfas/planta.

Pulgões (*Aphis gossypii*)

❖ AMOSTRAGEM

- Presença de pulgões na última folha desenvolvida da planta, em 50 plantas por até 10 ha.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- 70% de plantas com pulgões (20-30 pulgões/folha).

Lagarta das maçãs (*Heliothis virescens*)

❖ AMOSTRAGEM

- Botões florais da metade superior da planta.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- 15% de plantas com lagarta.

Ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*)

❖ AMOSTRAGEM

- Infestação em reboleiras e botões florais da metade superior da planta com ataque.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- A presença de 40% de plantas atacadas.

Ácaro rajado (*Tetranychus urticae*)

❖ AMOSTRAGEM

- Infestação em reboleiras e botões florais da metade superior da planta com ataque

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- A simples constatação de algumas folhas com sintomas de ataque (pontuação avermelhada no verso superior da folha) determinará o início das pulverizações nas reboleiras.

Curuquerê (*Alabama argillacea*)

❖ AMOSTRAGEM

- Contagem de lagartas no terço superior das plantas.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- A constatação de 5 lagartas pequenas (1 cm) ou 2 lagartas médias (2 cm) por planta e/ou um desfolhamento de até 10% do terço superior das plantas.

Percevejo rajado (*Horcias nobilellus*)

❖ AMOSTRAGEM

- Rede entomológica e observação direta em botões florais. Essa amostragem deverá ser realizada preferencialmente no período da manhã quando é menor a mobilidade do inseto.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- A captura de 10 indivíduos (adultos + ninfas) por 100 redadas é que determinará o momento de controle. Na observação direta em botões florais, o nível de controle será a constatação de 20% de botões com percevejo (adultos e ninfas).

Lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella*)

❖ AMOSTRAGEM

- Vistoriar maçãs com 14 a 21 dias de idade, que devem estar mais ou menos firmes quando apertadas (não muito duras). Outro método para amostragem é a utilização de armadilhas com feromônio sexual (gossyplure). Em armadilhas confeccionadas com garrafas plásticas (1,0 L), contendo a isca feromônica e água.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- A constatação de 7 a 10% de maçãs atacadas indicará o momento de controle. Em armadilhas com feromônio sexual (gossyplure), a captura de 15 machos/dia é um indicativo complementar para controle dos adultos.

Bicudo (*Anthonomus grandis*)

❖ AMOSTRAGEM

- Dos 40 aos 100 dias deve-se realizar vistorias semanalmente, observando a existência de botões florais com ori-

fícios de postura ou alimentação. Inspeccionar 25 botões/ha, sendo um botão por planta, observando botões de tamanho médio.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- 10% de botões atacados.

Mip em Arroz

Cupim (*Syntermes molestus*, *Cornitermes* spp. e *Procornitermes* spp.)

❖ AMOSTRAGEM

- Amostrar 20 pontos, removendo em cada ponto um volume de solo de 0,2 x 0,2 x 0,25 m (dez litros de terra), homogeneizar, retirar um litro da terra e contar os cupins.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Quando mais que 40% das amostras tiver 10 ou mais cupins por litro de terra;
- Se o histórico da lavoura tiver registrado ataque de cupim de 10% ou mais na cultura anterior.

Gorgulho aquático (*Oryzophagos oryzae*, *Helodytes foveolatus* e *Lissorhoptrus tibialis*)

❖ AMOSTRAGEM

- Paralelas às bordas ou canais de irrigação, 10 a 20 m afastados destes, na metade da primeira e da segunda semana da emergência das plantas no sistema pré-germinado e na metade da primeira e da segunda semana após a inundação das culturas no sistema convencional;
- Selecionar 10 pontos, separados 50 m, examinando-se 20 colmos ao acaso/ponto; 3 a 4 dos 10 pontos devem ser localizados nos lugares mais baixos dos campos. Avaliar o total de gorgulhos e o número de folhas com sintomas.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- A média de todo o campo for 3 a 4 gorgulhos/ponto;
- 16% das folhas atacadas na primeira avaliação e 8% das folhas com sinais de alimentação dos gorgulhos na segunda avaliação.

Cigarrinha das pastagens (*Deois flavopicta*)

❖ AMOSTRAGEM

- Selecionar dez pontos ao acaso, contando as cigarrinhas em 30 plantas/ponto.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Em arroz com até 30 dias de idade, 1 ou mais cigarrinhas/30 colmos;
- Em arroz com mais de 30 dias, 2 ou mais cigarrinhas/30 colmos.

Broca do colo (*Diatraea saccharalis*)

❖ AMOSTRAGEM

- Amostrar 20 pontos examinando em cada ponto os colmos em um metro de fileira de plantas.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Número médio de colmos inferior a 20/m em arroz irrigável, antes da irrigação; 20/m antes do afilhamento e 50/m após esta fase em arroz de terras altas.

Broca do colmo (*Rupella albinella*)

❖ AMOSTRAGEM

- Amostrar 10 pontos (distantes 50 m); em cada ponto examinar 20 colmos afastados em um metro. Examinar cada colmo da extremidade das folhas até a base (massas de ovos e colmos atacados).

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Quatro massas de ovos por 100 colmos em fase vegetativa e duas massas de ovos por 100 colmos em fase reprodutiva.

Lagartas das folhas (*Mocis latipes*, *Spodoptera frugiperda* e *Leuconia humidicola*) - fase vegetativa

❖ AMOSTRAGEM

- Amostrar quando as plantas tiverem cinco a sete dias de idade, ou ao perceber plantas com sinais de ataque. Amostrar 10 pontos, examinando em cada ponto 10 colmos separados de 1 a 2 m. Anotar o número de colmos que apresentarem áreas foliares reduzidas em 25 a 30%, e o número de lagartas de tamanho pequeno, médio ou grande e a espécie à qual pertencem.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- 50% dos colmos estiverem com desfolha igual ou superior a 25%.

Mip em Cana-de-Açúcar

Cigarrinha das raízes (*Mahanarva fimbriolata*)

❖ AMOSTRAGEM

- 20 pontos de 2 metros por talhão;
- Avaliar número de adultos na parte aérea e no chão;
- Número de pontos com espuma;
- Número de ninfas (pequenas, médias e grandes);
- Número de colmos atacados.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- 20 ninfas por metro de sulco;
- 1 adulto por colmo.
- panículas com ataque, estando as lagartas em plena atividade.

Mip em Soja

Lagartas desfolhadoras (*Anticarsia gemmatalis* e *Pseudoplusia includens*)

❖ AMOSTRAGEM

- Pano-de-batida (branco, 1m de comprimento e preso em 2 varas): deve ser estendido entre as fileiras e as plantas sacudidas vigorosamente.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- 40 lagartas grandes (> 1,5 cm) por pano-de-batida;
- Menos de 40 lagartas, quando a desfolha atingir 30% (antes da floração) e 15% (quando aparecerem as primeiras flores).

Percevejos (*Nezara viridula*, *Piezodorus guidinii* e *Euschistus heros*)

❖ AMOSTRAGEM

- Pano-de-batida (branco, 1m de comprimento e preso em 2 varas): deve ser estendido entre as fileiras e as plantas sacudidas vigorosamente.

❖ **NÍVEL DE CONTROLE**

- 4 percevejos adultos ou ninfas com mais de 0,5 cm por pano-de-batida;
- 2 percevejos/ pano-de-batida em campos de produção de sementes.

Broca das axilas (*Epinotia aporema*)

❖ **AMOSTRAGEM**

- Pano-de-batida: 100 plantas, ao acaso, em cada ponto de amostragem (% de plantas atacadas).

❖ **NÍVEL DE CONTROLE**

- 25 a 30% de plantas com ponteiros atacados.

Mip em Feijão Vagem

Mosca branca (*Bemisia tabaci*)

❖ **AMOSTRAGEM**

- Dividir a área em talhões de 1 ha;
- Efetuar a amostragem em 5 pontos por talhão;
- 5 folíolos/ponto.

❖ **NÍVEL DE CONTROLE**

- Deve-se efetuar o controle quando for verificado 2 insetos/ folíolo.

Cigarrinha verde (*Empoasca kraemer*)

❖ **AMOSTRAGEM**

- Dividir a área em talhões de 1 ha;
- Efetuar a amostragem em 5 pontos por talhão;
- 5 folíolos/ponto.

❖ **NÍVEL DE CONTROLE**

- Deve-se efetuar o controle quando for verificado 2 insetos/ folíolo.

Desfolhadores: Lagarta enroladeira (*Hedylepta indicata*), Lagarta cabeça de fósforo (*Urbanus proteus*), Lagarta falsa medideira (*Pseudoplusia includens*) e Lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*)

❖ **AMOSTRAGEM**

- Dividir a área em talhões de 1 ha;
- Efetuar a amostragem em 5 pontos por talhão;
- 1 m de fileira/ha.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Até 20 dias com 20% de desfolha; após 20 dias com 30% de desfolha.

Mip em Tomate

Vetores de viroses: Mosca branca (*Bemisia tabaci* e *B. argentifolii*); **Pulgões** (*Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*) e **Tripes** (*Frankliniella schulzei*)

❖ AMOSTRAGEM

- Efetuar a batida do ponteiro das 40 plantas avaliadas (para o caso de lavoura jovem com plantas pequenas) ou a batida de uma folha mediana para cada uma das 40 plantas avaliadas (para o caso de lavoura adulta);
- Pontos amostrados por talhão: 20 pontos;
- Plantas avaliadas por ponto de amostragem: 5 plantas;
- Parte amostrada: Ponteiro da planta (com bandeja).

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- 1 adulto/ ponteiro;
- Quando o total de insetos vetores obtidos na amostragem for maior que 79 insetos nas 40 plantas.

Minadores de folhas: Mosca minadora (*Liriomyza* spp.); **Traças do tomateiro** (*Tuta absoluta* e *Phthorimaea operculella*)

❖ AMOSTRAGEM

- Observar a primeira folha apical totalmente expandida em 40 plantas e anotar na tabela a presença (nota 1) ou ausência (nota 0) de minas nas folhas;
- Pontos amostrados por talhão: 20 pontos;
- Plantas avaliadas por ponto de amostragem: 5 plantas;
- Parte amostrada: 3ª folha a partir do ápice.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- 25% de folhas minadas;
- Mais de 8 folhas minadas nas 40 plantas avaliadas.

Broqueadores de frutos: Traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), **Traça da batatinha** (*Phthorimaea operculella*), **Broca pequena** (*Neoleucinodes elegantalis*) e **Broca gigante** (*Helicoverpa zea*)

❖ AMOSTRAGEM

- 40 amostras por talhão (broca-pequena-do-tomateiro). Definir 10 pontos de amostragem aleatórios e avaliar 4 plantas seguidas na linha de plantio por ponto de amostragem;

- Em cada planta avaliar os dois cachos de fruto mais baixeiros, observando se no cacho tem ou não frutos com ovos ou se estes frutos apresentam ovos nas cépalas (pequenas folhas verdes fixas ao fruto);
 - Dar nota zero (0) se não for verificado ovos de broca pequena em nenhum dos frutos do cacho. Dar nota um (1) se forem encontrados ovos da broca pequena em pelo menos um dos frutos do cacho.
- ❖ NÍVEL DE CONTROLE
- Deve-se efetuar o controle da broca pequena quando for verificado quatro (4) ou mais cachos de frutos com ovos.

Mip em Pimenta e Pimentão

Vetores de viroses: Tripes (*Thrips palmi* e *Frankliniella schulzei*) e **Pulgões** (*Myzus persicae* e *M. euphorbiae*)

- ❖ AMOSTRAGEM
- Batedura de ponteiros em caixas de PVC de 20 x 8 cm, com fundo de cor branca.
- ❖ NÍVEL DE CONTROLE
- Não foi determinado nível de controle.

Ácaros: ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*), **ácaro vermelho** (*Tetranychus marianae*) e **ácaro rajado** (*Tetranychus urticae*)

- ❖ AMOSTRAGEM
- Recomenda-se examinar em algumas plantas 1 ou 2 folhas à altura média do ponteiro;
- ❖ NÍVEL DE CONTROLE
- Mais de 10 ácaros ou 10 ovos por folhas.

Broqueadores de frutos: Mosca do pimentão (*Dasineura* sp.), **Broca do fruto e do ponteiro** (*Gnorimoschema barsaniella*) e **Broca pequena do fruto** (*Neoleucinodes elegantalis*)

- ❖ AMOSTRAGEM
- Exame de frutos para determinar a percentagem de frutos com furos.
- ❖ NÍVEL DE CONTROLE
- 5% de frutos brocados.

Mip em Brássicas

Pulgões: *Brevicoryne brassicae* e *Myzus persicae*.

❖ AMOSTRAGEM

- Dividir a lavoura em talhões e fazer a amostragem semanal, avaliando 15% das plantas de cada talhão, através da contagem direta do número de plantas atacadas.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Pré-formação e formação da cabeça: 15% das plantas “colonizadas”.

Lagartas desfolhadoras: traça das brássicas (*Plutella xylostella*), **mede palmo** (*Trichoplusia ni*) e **curuquerê** (*Ascia monuste orseis*)

❖ AMOSTRAGEM

- Dividir a lavoura em talhões e fazer a amostragem semanal, avaliando 15% das plantas de cada talhão, através da contagem direta do número de plantas atacadas.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- Pré-formação da cabeça: 20% das plantas com lagartas grandes (>1,3); formação da cabeça: 15% das plantas com lagartas grandes (>1,3).

Mip em Cucurbitáceas

Mosca-das-frutas: *Anastrepha spp.*

❖ AMOSTRAGEM

- Monitoramento permanente com armadilhas tipo frasco caça-mosca, utilizando-se de 2 a 4 armadilhas por ha;
- Para larvas, recomenda-se o exame individual de melões (*Cucumis melo*), escolhido ao acaso, em média de 500 por mês.

❖ NÍVEL DE CONTROLE

- De 6 moscas por armadilha por semana.

Considerações Finais

Um dos princípios mais importantes do MIP é o processo de se aprender a tolerar a presença da praga e da injúria provocada, enquanto isso não significar prejuízo econômico. Essa tolerância favorecerá a ação do ambiente, principalmente, dos inimigos naturais que terão seu crescimento populacional favorecido tornando-se mais eficientes.

Também é importante considerar que a base do MIP é a avaliação do ecossistema, portanto programas de amostragens periódicas na cultura são indispensáveis para o acompanhamento e adoção de qualquer método de controle populacional de insetos. Ao decidir-se por controlar a praga, é necessário que se faça um acompanhamento do método escolhido. Em se tratando do método químico é importante monitorar sua aplicação, distribuição e a deposição da dose desejada nos alvos de ação (pragas), além da eficiência real de controle, seus efeitos sobre os inimigos naturais e resíduos no ambiente e produtos colhidos.

No caso de controle biológico é importante verificar a distribuição e competitividade dos agentes de controle, naturais ou liberados artificialmente, para que seja possível avaliar a sua eficiência no controle da praga visada.

Referências Bibliográficas

ADISSI, P. J., SOBREIRA, A. E. G. *Mapeamento de riscos decorrentes do uso de agrotóxicos na horticultura paraibana*. 1999, 7p. [19 de novembro de 1999]. Disponível: File://A:\agrotóxico.htm.

AGROFIT. *Uso adequado de agrotóxicos*. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento / Federação das Associações de Engenheiros Agrônomos do Brasil, 1998.

ALTIERI, M. A. *Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa*. Tradução: Patrícia Vaz. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 240p.

ALVES, S.B. (ed.). *Controle microbiano de insetos*. São Paulo: Manole, 1986. 407p.

ANDREI, E. *Compêndio de defensivos agrícolas: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola*. 6.ed. São Paulo: Andrei Editora Ltda, 1999. 672p.

ARMANI, D., MIELE, N., LEEUWEN, J., GONÇALVES, R. *Agricultura e pobreza: construindo os elos da sustentabilidade no nordeste do Brasil*. Porto Alegre: Tomo Editorial, 1998. 240 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS – ANDEF. 1999. [1 de novembro de 1999]. Disponível: <http://www.undef.com.br>.

BATISTA, G. C. *Introdução e ocorrência de defensivos agrícolas no meio ambiente: Curso de defensivos agrícolas, inseticidas e acaricidas, módulo 4*. Brasília: MEC/ABEAS, 1988. 17p.

BERTI FILHO, E. Controle biológico dos insetos. Piracicaba: CPG-ESALQ/USP, 1987. 78p. (mimeog.).

BURG, I. C., MAYER, P. H. Manual de alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças. Porto Alegre: Grafit, 1998. 137p.

CROCOMO, W. B. (Organizador). Manejo integrado de pragas. Botucatu: Editora UNESP, 1990. 358p.

DeBACH, P. Biological control by natural enemies. New York: Cambridge University Press, 1974. 323p.

FERRARI, A. *Agrotóxicos a praga da dominação*. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1985. 88p. (Depoimentos, 13).

FERREIRA, L. *Amostragem seqüencial, uma novidade apresentada por Minas*. Agropecuária, v.21, n.2, p.34-40, 1980.

FERRO, F. *A perversa história dos agrotóxicos*. 1999, 6p. [25 de maio de 2000]. Disponível: <http://www.bnaf.org.br/palest03.htm>.

FREITAS, J. B. *Dissipação dos resíduos do inseticida metamidofos em frutos de tomateiro*. Lavras, ESAL, 1992. 54p. (Tese MS).

FRIGHETTO, R. T. S. Impacto ambiental decorrente do uso de pesticidas agrícolas. In: MELO, I. S. M., AZEVEDO, J. L. *Microbiologia ambiental*. Jaguariúna: EMBRAPA /CNPMA, 1997. p.415-438.

GASSEN, D. N. *Manejo de pragas associadas à cultura do milho*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996, p.134

GEIR, P. W. Organizing large-scale projects in pests management: In: *Meeting of cotton pests*. Rome: FAO, 1970. 8p.

GEIR, P. W. Management of insects pests. *Ann. Rev. Entmol.* 11: 471-490, 1966.

GEIR, P. W., CLARK, R. L. An ecological approach to pest control. In: *Proceedings of the eighth technical meeting. International Union conservation of nature and natural resources*, Warsaw, 1960. 1961. p.10-18.

GOELLNER, C. Impactos ambientais dos defensivos agrícolas. In: SIMPÓSIO MARANHENSE DE FITOSSANIDADE, 1, 1988, São Luís. *Resumos...* São Luís: Universidade Passo Fundo, RS, 1988. 32p.

HUFFAKER, C. B. Biological control integrated pest management: An entomological perspective. In: HOY, M. S., HERZOG, D. C. (eds.). *Theory and practice of biological control*. New York: Academic Press, 1976. 788p.

KOGAN, M. 1980. Criação de insetos: bases nutricionais e aplicações em programas de manejo de pragas. IN: Anais VI Congresso Brasileiro de Entomologia, Campinas, p.47-75.

LAVORENTI, A., GIANNOTTI, O. Resíduos de pesticidas em alimentos e segurança dos consumidores. *Revista de Agricultura*, v 65, n.1, 1990.

LUCKMANN, W.H., METCALF, R.L. The pest management concept. In: METCALF, R.L., LUCKMANN, W.H. (eds.). *Introduction to insect pest management*. New York : John Wiley e Sons, 1975. p.3-35.

MARICONI, F. A. M. *Inseticidas e seu emprego no combate às pragas*. 7.ed. São Paulo: Editora Nobel, 1988. 305p.

MARTINEZ-TOLEDO, M.V., SALMRON, V., GONZALEZ-LOPEZ, J. Effect of an organophosphorus insecticide, profenofos on agricultural soil microflora. *Chemosphere*, v.24, p.71-80, 1992.

NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., ZUCCHI, R. A. *Entomologia econômica*. Piracicaba: Fealq, 1981.314p.

NAVARRO, M. G. M. *Agroecologia: bases teóricas para uma história agrária alternativa*. Agroecologia e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: CLADES / AS-PTA. Ano II, n.2, 1994. p.3-17.

ODUM, E.P. 1988. *Ecologia*. Ed. Guanabara: Rio de Janeiro, 434p.

PARRA, J.R.P. *Criação de insetos para estudo com patógenos*. In: ALVES, S.B. (ed.). *Controle microbiano de insetos*. São Paulo: Manole, 1986. 407p.

PARRA, J.R.P. Situação atual e perspectivas do controle biológico, através de liberações inundativas no Brasil. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO – SICONBIOL, 2, Brasília, 1990. *Anais... EMBRAPA – CERNAGEN*, 1990. p.80-82.

PINHEIRO, S., AURVALLE, A., GUAZZELLI, M. J. *Agropecuária sem veneno*. Porto Alegre: L&PM, 1985. 128p.

PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente*. São Paulo: Nobel, 1988. 137p.

RUESINK, W.G., KOGAN, M. The quantitative basics of pest management. Sampling and measuring. In: *introduction to insects pest management*. New York: John Wiley and Sons, 1975. 587p.

SILVEIRA NETO, S., NAKANO, O., BARBIN, O., VILLA NOVA, N.A. *Manual de ecologia dos insetos*. Editora Agronômica, São Paulo: CERES, 1976. 420p.

SMITH, R. F., ALLEN, W.W. Insect control and balance of nature. *Sci. Am.* n.6, p.38-42, 1954.

SMITH, R. F., APPLE, J. L., BOTTRELL, D. G. The origins of integrated pest management concepts for agricultural crops. In: APPLE, J. L., SMITH, R. F. (eds.). *Integrated pests management*. New York: Plenum Press. 1976, p.1-27.

WILSON, F., HUFFAKER, C. B. The physiology, scope and importance of biological control. In: HUFFAKER, C. B., MESSENGER, P. S. (eds.). *Theory and practice of biological control*. New York: Academic Press, 1976. p.3-14.

YUDELMAN, M, RATTA, A., NYGAARD, D. *Pest management and food production: looking to the future*. Washington, DC (USA): International Food Policy Research Institute. N. 25, v, 53 p. 1-59, 1998.

FRUTEIRAS NATIVAS - OCORRÊNCIA E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR DO MARANHÃO

*José Ribamar Gusmão Araujo¹; Moisés Rodrigues Martins²;
Francisco Nóbrega dos Santos³*

Introdução	257
Estrutura da Produção Brasileira de Frutas	259
Situação das Principais Fruteiras Tropicais no Meio-Norte	260
Procedência e Participação das Frutas Comercializadas na CEASA de São Luís - MA	262
Inserção da Fruticultura na Região Sul como Diversificação à Cultura da Soja	263
Propostas de uma Política Agrícola para Fruticultura no Maranhão	266
Oferta de Mudas Frutíferas e Infra-Estrutura de Produção	270
Ocorrência e Inserção das Fruteiras Nativas no Maranhão	274
As Fruteiras Nativas e suas Potencialidades	274
Perspectivas de Aproveitamento e Exploração	308
Referências Bibliográficas	309

Introdução

As frutas estão entre as mais importantes fontes de elementos nutritivos para a alimentação humana, principalmente de vitaminas, sais minerais e fibras. Essa característica bastaria para justificar o cres-

¹ Engº Agrº Prof. Dr. do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade-CCA/UEMA. E-mail: jgusmao@cca.uema.br. Caixa Postal 6.006 – Agência Cohab CEP 65.051-970 São Luís - MA

² Engº Agrº Prof. Dr. do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade-CCA/UEMA. E-mail: moisesrm@cca.uema.br. Caixa Postal 6.006 – Agência Cohab CEP 65.051-970 São Luís - MA

³ Engº Agrº Prof. MSc do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade-CCA/UEMA. E-mail: francisconobrega@cca.uema.br. Caixa Postal 6.006 – Agência Cohab CEP 65.051-970 São Luís - MA

cente interesse de um grande número de pesquisadores que se dedicam a identificar e conhecer novas espécies frutíferas, com diferenciados sabores, no sentido de oferecer ao segmento produtivo processos adequados de implantação e manejo de pomares destas espécies.

A grande diversidade de espécies, com seus sabores *suigeneris*, cores atrativas e aromas especiais, oferece esse grande apelo alimentar e abre espaço para que as frutas ganhem posições no mercado consumidor de alimentos e na pauta de exportação do Brasil, que responde por 10% da produção mundial de frutas, nas formas *in natura* e processadas, o que lhe confere a terceira posição entre os exportadores mundiais.

Com base nesta grande diversidade, já foram listadas mais de 2.000 espécies de fruteiras nativas das regiões tropicais das Américas, África, Ásia e Austrália, sendo que 50% delas são originadas no Continente Americano. Acredita-se que pelo menos 500 espécies são nativas do Brasil, com 45% localizadas na Região Amazônica.

O Estado do Maranhão, localizado no Nordeste Ocidental ou Meio Norte do Brasil, abriga numerosas espécies frutíferas de ocorrência natural, nativas ou domesticadas e contribui para expandir aquela diversidade, especialmente por apresentar zonas ecológicas de transição entre o Nordeste seco, a Amazônia e o Cerrado. Nesse cenário, surgem espécies importantes como o bacuri, cupuaçu, açaí, buriti, taperebá, murici, dentre outras.

No presente capítulo, pretende-se fazer uma abordagem sucinta das principais espécies frutíferas de ocorrência no Maranhão, á luz dos conhecimentos gerados pelos pesquisadores do estado, observações dos agricultores e de informações coletadas por outros estudiosos de regiões especialmente próximas como o Norte e Nordeste. Nesse contexto, serão discutidos também aspectos de uma política agrícola regional para fruticultura - contemplando as espécies nativas - a oferta de mudas, situação das fruteiras comerciais e as possibilidades de exploração nos sistemas tradicionais e diversificados. Obviamente que não se pretende esgotar este assunto em um capítulo, mas se busca preencher uma lacuna existente na literatura técnico-científica da região, resultante da carência de informações sistematizadas que afeta a agricultura regional.

Estrutura da Produção Brasileira de Frutas

O Brasil destaca-se como o terceiro maior produtor de frutas, com aproximadamente 10% da produção mundial. Quanto à área plantada, só com as principais frutas: laranja, caju, banana, coco e alguns citros (limas, limões e tangerinas) são ocupados 2,56 milhões de hectares. Outras frutas tropicais que se destacam em área plantada - manga, abacaxi, mamão, maracujá, goiaba e abacate, perfazem cerca de 200 mil hectares. O total de área com frutas no Brasil é estimado em 3 milhões de hectares, o que equivale a 5% do total de área cultivada no país. Essa área é responsável pela produção total de 36 milhões de toneladas. A produtividade média vai de 12 a 15 t/ha para bananas, 15 a 18 t/ha para os citros, 40 t/ha para o abacaxi e 15 t/ha para mamão e maracujá. Os dados médios de produtividade foram obtidos com base nas estatísticas do IBGE (2000) para produção. Sabe-se que estas estatísticas são incongruentes, uma vez que para muitas frutas, como banana, é considerado o número de cachos, e para outras, como a laranja, o número de frutos. Além disso, chega-se nos dados de volume por estimativas, baseadas no tamanho médio do cacho ou do fruto, o que pode conseqüentemente levar a erros (Donadio, 2000).

Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas – IBRAF (2000), a base agrícola da cadeia produtiva das frutas abrange 2 milhões de hectares, gera 4 milhões de empregos diretos e um PIB agrícola de US\$ 11 bilhões. Este setor demanda mão-de-obra intensiva e qualificada, gerando emprego no campo de forma única, pois oferece dignidade às famílias dentro de pequenas propriedades e também nos grandes projetos. Em fruticultura é possível alcançar um faturamento bruto de R\$ 1.000 a R\$ 20.000 por hectare. Além disso, cada US\$ 10.000 investidos, geram três empregos diretos permanentes e 2 empregos indiretos. Visto por outro ângulo, 2,2 milhões de hectares com frutas no Brasil significam 4 milhões de empregos diretos (2 a 5 pessoas por hectare).

O uso de tecnologias nos diferentes sistemas de cultivo utilizados em fruteiras é muito variável, determinando por um lado altos rendimentos por área e, por outro, elevado uso de recursos naturais e financeiros, que em alguns casos podem comprometer a sustentabilidade agrícola. Segundo estimativas, a produtividade das fruteiras no Brasil ainda pode crescer entre 60 e 250% se forem utilizadas adequadamente as tecnologias disponíveis.

Situação das Principais Fruteiras Tropicais no Meio-Norte

O Meio-Norte, apesar de apresentar boas condições naturais de clima e solo para o desenvolvimento de boa parte das espécies frutíferas tropicais, ainda é obrigado a importar quase tudo o que se consome em frutas na região.

Na agricultura maranhense, por exemplo, verifica-se uma grande defasagem no setor da fruticultura que amarga os mais baixos índices de produção e rendimento, quando comparados aos índices nacionais e nordestinos. Tais números levam a uma baixa compensação econômica fazendo o produtor rural desistir de reinvestir ou até mesmo continuar na produção de frutas no estado, e com isso a atividade não alcança a necessária especialização e nível de tradição por parte dos produtores.

Gonçalves Júnior (2002) relata que o emprego de material propagativo de baixo padrão e variedades não adaptadas aliado à utilização de tecnologias e sistema de manejos ineficientes concorrem significativamente para redução na produtividade das fruteiras da região. A adoção de medidas capazes de reverter esta situação se faz necessária para o estado sair da condição de importador e se destacar no cenário nacional.

Enquanto o Nordeste do Brasil responde por 30% da produção nacional de frutas, exportando-as para todas as outras regiões do país e até mesmo para o exterior, o Maranhão que é um estado tipicamente agrícola, responde por somente 3% da produção do Nordeste (Tabela 1), havendo então a necessidade de recorrer à importação para atender a demanda do seu mercado consumidor de frutas, porque alcançou sua auto-suficiência apenas para o abacaxi e banana Pacovan.

Essa baixa representatividade da produção maranhense de frutas, em relação ao Nordeste, não está somente relacionada ao tamanho e a fertilidade natural dos solos das áreas destinadas ao cultivo de frutas, mas também à baixa qualidade do material propagativo utilizado, à não adoção de tecnologias hoje disponíveis e até um desconhecimento quase total das exigências culturais por parte dos produtores. A isto, soma-se o fato do governo do Maranhão vir nos últimos anos priorizando o desenvolvimento da sojicultura no Estado, em especial na região dos cerrados do sul do Maranhão, conforme será analisado a diante. A referida prioridade tem como argumento um suposto crescimento e desenvolvimento econômico e social para a região.

Tabela 1. Área colhida e produção das principais fruteiras do Maranhão e participação percentual em relação ao Nordeste. São Luís, MA, 2003.

ANO	CULTURA	MARANHÃO		NORDESTE		PARTICIPAÇÃO DO MA NO NORDESTE** (%)
		ÁREA COLHIDA (ha)	PRODUÇÃO (t)	ÁREA COLHIDA (ha)	PRODUÇÃO (t)	
1988	Abacaxi	1.375	26.337	-	-	-
1999		1.583	31.166	-	-	-
2000		2.275	44.394	23.400	1.059.275	4,20
1998	Banana	12.707	131.192	-	-	-
1999		12.052	121.414	-	-	-
2000		11.678	117.642	169.864	1.911.118	6,15
1998	Cast.caju	9.957	3.596	-	-	-
1999		9.795	3.827	-	-	-
2000		10.855	4.312	597.876	166.712	2,68
1998	Coco*	1.792	4.852	-	-	-
1999		1.773	4.697	-	-	-
2000		1.761	5.291	226.717	904.609	0,58
1998	Laranja	1.539	9.947	-	-	-
1999		1.477	9.486	-	-	-
2000		1.429	9.119	110.638	1.389.328	0,65
1998	Mamão	103	747	28.996	397.358	0,18
1999		115	860	-	-	-
2000		100	721	-	-	-
1998	Manga	1.423	15.518	31.746	430.976	3,60
1999		1.228	13.583	-	-	-
2000		1.272	13.904	-	-	-
1998	Maracujá	24	113	18.036	132.742	0,08
1999		23	111	-	-	-
2000		21	91	-	-	-
1998	Tangerina	53	286	2.159	18.416	1,55
1999		35	165	-	-	-
2000		67	349	-	-	-

*Produção dada em mil frutos.

**Em relação ao dado de produção.

Fonte: IBGE, 1998 a 2000.

Procedência e Participação das Frutas Comercializadas na CEASA de São Luís - MA

Com base na participação do registro de procedência e do volume físico das frutas comercializadas em São Luís - MA, obtidos através de informações dos atacadistas durante a realização da pesquisa nos períodos de setembro/99 a fevereiro/2000 e maio a agosto/2002, o mercado de frutas comportou-se conforme as Tabelas 2 e 3.

Pode-se observar que a base da oferta é bastante diversificada, aparecendo a oferta externa como a grande fonte de abastecimento, destacando-se os Estados de São Paulo, Pará, Pernambuco e Bahia.

As frutas que procederam com maior destaque dos nossos centros produtores foram: abacaxi (90% em 2000 e 100% em 2002) e a banana (30% em 2000 e 6% em 2002), cabendo o restante 10% do abacaxi aos estados de Minas Gerais e Tocantins e os 70% e 94% para a banana aos estados de Pernambuco, Bahia e Ceará.

Por outro lado, a laranja, maracujá e o mamão, se sobressaíram das demais por uma dependência significativa das fontes produtoras localizadas em outros estados da federação.

A laranja foi importada principalmente de São Paulo (77,27% em 2000 e 45% em 2002), com uma pequena participação dos Estados de Sergipe (11,83% e 27%), Pará (9,09% e 19%) e Goiás (1,81% e 9%), para estes mesmos anos. O maracujá, foi exclusivamente ofertado pelas zonas produtoras dos Estados do Pará (100% em 2000 e 48% em 2000), Bahia (29% em 2000) e Sergipe (23% em 2002) respectivamente, enquanto para o mamão, coube ao Pará (70% em 2000 e 57% em 2002) ser o principal fornecedor seguido pelos estados da Bahia (30% e 35%) e Ceará (8% em 2002). É oportuno salientar, a participação do Estado do Maranhão na oferta de banana (30% e 6%), porém destaca-se na maior oferta deste produto o Estado de Pernambuco (44% e 55%) e em menor quantidade dentre as fontes externas, os Estados do Ceará (26% em 2000) e Minas Gerais (9% em 2002).

Tabela 2. Procedência e participação do volume físico das frutas comercializadas na CEASA de São Luís – MA.

FRUTAS	PROCEDÊNCIA	%*
Abacaxi	Maranhão, Tocantins e Minas Gerais	90; 5 e 5
Banana	Pernambuco, Maranhão e Ceará	44; 30 e 26
Laranja	São Paulo, Sergipe, Pará e Goiás	77,27; 11,83; 9,09 e 1,81
Mamão	Pará e Bahia	70 e 30
Maracujá	Pará	100

* Respectivamente conforme a ordem de procedência citada.

Tabela 3. Procedência e participação do volume físico das frutas comercializadas na CEASA de São Luís – MA, SÃO LUÍS, MA, 2002.

FRUTAS	PROCEDÊNCIA	%*
Abacaxi	Maranhão	100
Banana	Pernambuco, Bahia Ceará e Maranhão	55; 26; 13 e 6
Laranja	São Paulo, Sergipe, Pará e Minas Gerais	45; 27; 19 e 9
Mamão	Pará, Bahia e Ceará	57; 35; e 8
Maracujá	Pará, Bahia e Sergipe	48; 29 e 23

* Respectivamente conforme a ordem de procedência citada.

Inserção da Fruticultura na Região Sul como Diversificação à Cultura da Soja

Nos últimos anos observou-se uma grande mudança na agricultura maranhense, em especial, na região de Balsas, que vem tendo um aumento assustador nas áreas cultivadas com soja, ao passo que as lavouras temporárias tradicionais vêm sofrendo expressivas reduções em suas áreas. Esses aumentos da área cultivada com soja têm como principal aliado o governo do Estado do Maranhão que através da renúncia fiscal e da criação de condições de infra-estrutura (estradas, modernização de portos, eletrificação rural, saneamento, etc.), acredita estar dando uma grande contribuição à agricultura estadual,

e com isso diminuindo as taxas de desemprego e desigualdades sociais existentes.

Ao contrário do que o governo diz pretender, o que vem acontecendo naquela região é o desenvolvimento de grandes empreendimentos agrícolas, que trabalham com uma agricultura “moderna”, que se caracteriza por fazer uso de mecanização intensiva com baixa ocupação de mão-de-obra, além de causar um aumento da concentração fundiária. Outro aspecto negativo trazido pelo aumento indiscriminado das áreas com o plantio de soja, é a redução das lavouras de arroz, milho, feijão, mandioca, causando assim uma redução na oferta desses produtos, e conseqüentemente alta dos seus preços.

Na Tabela 4, pode-se observar o que vem acontecendo naquela região que amarga elevados índices de pobreza, de degradação ambiental, de concentração fundiária, conforme estudo de Lemos (2001).

Tabela 4. Índices de degradação, de pobreza e de Gine de concentração da terra e capacidade fixadora de mão-de-obra nos municípios do pólo sul do Maranhão, 2000.

MUNICÍPIO	ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO (ID) (%)	ÍNDICE DE POBREZA (% de pobres)	ÍNDICE DE GINE DE CONCENTRAÇÃO DA TERRA	MÃO-DE-OBRA OCUPADA PARA 100 ha
Alto Parnaíba	92,52	69,33	0,8252	2,0
Tasso Fragoso	91,53	75,84	0,7540	2,2
Loreto	90,90	79,50	0,9258	6,5
Fortaleza dos Nogueiras	88,84	81,53	0,6727	7,8
Riachão	88,47	80,61	0,7744	6,7
Balsas	88,22	69,59	0,7082	4,2
São Raimundo das Mangabeiras	81,93	73,41	0,9225	5,6

Fonte: LEMOS, 2001.

Conforme estudo de Carvalho (2002), apesar da sojicultura ser a principal atividade agrícola da região de Balsas e Sul do Estado e requerer imensas áreas e ocupar os melhores solos, a fruticultura começa aos poucos a ser desenvolvida nesta região. Embora não contando com tantos incentivos como o sojicultor, o pequeno e médio pro-

dutor têm começado a atentar para fruticultura, como uma forma de diversificar sua produção e aumentar os seus rendimentos, visto que a grande maioria das frutas consumidas na região provem de importação de outras regiões, como de resto ocorre em todo Maranhão conforme já visto pela Tabela 1.

É estimado um número ainda pequeno de produtores de frutas na região de Balsas, porém as possibilidades de crescimento são muitas, necessitando apenas de um incentivo por parte do governo traduzido na forma de crédito e pesquisas, para que esse ramo da agricultura se desenvolva.

Um exemplo das grandes possibilidades do desenvolvimento da fruticultura na região é o bem sucedido caso da Fazenda Cajueiro, no município de Grajaú que com os seus mais de 6.000 kg de abacaxi por safra, exporta para os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, gerando mais de 25 empregos diretos. Por seu trabalho, a Fazenda Cajueiro foi contemplada com o Prêmio Banco do Nordeste Empreendimento XXI, servindo assim de exemplo para os demais produtores que queiram entrar no ramo frutícola.

A partir dos resultados alcançados por este e outros fruticultores pode-se presumir que os produtores desta região possuem um razoável conhecimento das exigências das culturas por eles trabalhadas, além de contarem com um suporte técnico bem mais atuante ou eficiente do que o encontrado pela grande maioria dos produtores das outras regiões do Estado.

Alguns exemplos sobre o maior nível tecnológico e de conhecimento das exigências das culturas, podem ser obtidos a partir de uma comparação de produtividade das culturas trabalhadas na região de Balsas com a das demais regiões do Estado. Um exemplo é obtido na comparação entre a produtividade de abacaxi, que em Balsas estima-se ser de 49,5 t/ha, enquanto que a média do Estado gira em torno dos 35,6 t/ha, isso significa um rendimento de 39,0% superior ao da média estadual. Outro exemplo do maior nível tecnológico pode ser obtido através da comparação entre os rendimentos do maracujá de Balsas, estimado em 13 toneladas por hectare, enquanto que a produtividade média do estado gira em torno de 5 toneladas por hectare, demonstrando assim uma superioridade de mais de 260% no rendimento (Figura 1).

Com relação ao rendimento de coco no estado, os dados do IBGE referem-se à média das variedades cultivadas com predominân-

cia do gigante, enquanto que os dados de produtividade encontrada em Balsas consideram o cultivo da variedade anão-verde irrigado. Daí, a grande discrepância de valores mostrados na Figura 1. Contudo, os resultados reforçam a idéia generalizada de que as fruteiras no Maranhão detêm um baixo nível tecnológico e que quando tecnologias apropriadas são incorporadas ao sistema produtivo, as culturas respondem com elevado rendimento, como se verifica no exemplo do coqueiro anão-verde.

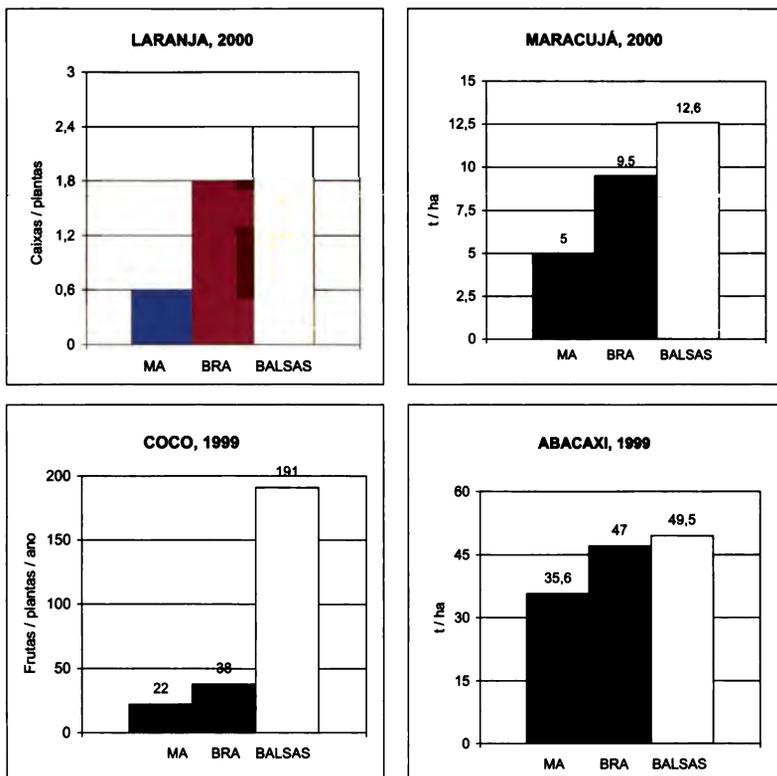


Figura 1. Comparação de produtividade de fruteiras cultivadas em Balsas, em relação ao Maranhão e Brasil. São Luís, MA, 2002.

Propostas de uma Política Agrícola para Fruticultura no Maranhão

São vários os fatores que entravam o desenvolvimento da fruticultura no Estado do Maranhão que vão desde a disponibilidade de terras (as melhores estão ocupadas com a pecuária, produção de grãos

ou estão nas mãos de especuladores), inexistências e/ou insuficiência de políticas para o desenvolvimento do setor, informações da pesquisa ainda insuficiente, falta de um programa de extensão da pesquisa ao produtor, ausência de assistência técnica, a até mesmo o baixo nível de conhecimento da grande maioria dos agricultores maranhenses. Soma-se a isso, o arraigado tradicionalismo no cultivo de culturas alimentares e de subsistência de baixo rendimento, no modelo da agricultura itinerante, que embora praticada com baixo impacto de tecnologias leva a um rápido esgotamento dos recursos naturais.

No início de 2003, sob a coordenação da Gerência de Agricultura do Estado (GEAGRO) e com a participação de vários especialistas, foi instalada uma oficina de trabalho sobre *Fruticultura no Maranhão*, objetivando elaborar proposições para subsidiar uma política pública estadual para o setor, contemplando os segmentos de mudas, insumos e infra-estrutura, cujos resultados são sumarizados a seguir.

I – Mudas

- i) Criação e manutenção de um Banco de Dados do setor viveirista do Estado, com ênfase para mudas frutíferas, com atualização das informações a cada 2 anos. A UEMA, DFA/ MAPA, GEAGRO e Viveiristas deverão constituir-se na fonte de dados para manutenção do referido banco;
- ii) Implantação e manutenção de Banco de Plantas Matrizes (Jardins Clonais) nas áreas de influência dos principais pólos de produção, visando atender à demanda de sementes e propágulos. Esta ação é prioritária e estratégica para produção de mudas certificadas. Para implementação desta ação deverá ser alocado recursos do estado via FAPEMA e GEAGRO, bem como de convênios e/ou parcerias com a Embrapa, Viveiristas e UEMA;
- iii) Ampliação do programa de “Viveiros Telados” (modelo Embrapa) pelo Governo do Estado via GEAGRO. O processo de fornecimento do viveiro dar-se-ia por comodato ou financiamento especial, a produtores de mudas selecionados e registrados na DFA/MAPA e amparado por um Edital específico;

- iv) Estabelecimento e funcionamento das barreiras sanitárias (fixas e móveis) do estado, visando aumentar a fiscalização e controle de materiais vegetais (sementes, propágulos, mudas e produtos) que entram no Maranhão, de modo a prevenir-se a introdução de agentes biológicos que venham causar riscos e prejuízos aos produtores de frutas. A Agência de Defesa (AGED) deverá dotar as barreiras sanitárias de condições físicas e técnicas para exercer o referido controle, de amplo interesse também da produção animal.
- v) Fomentar um programa de treinamento de viveiristas, com ênfase para tecnologia de produção de mudas, padrões mínimos de qualidade (normas da CESH-MA) e legislação fitossanitária pertinente;
- vi) Incentivar a implantação de biofábricas de mudas no Estado, via incentivo fiscal e/ou financiamento especial.

II – Insumos

Entende-se que além de um segmento forte de mudas e sementes, o desenvolvimento da fruticultura passa pelo conhecimento da situação da oferta e qualidade de outros insumos, que afetam diretamente a produtividade dos pomares e a qualidade dos frutos. Entre os principais relaciona-se: corretivos do solo; fertilizantes minerais; adubos orgânicos; substratos especiais para mudas; filmes plásticos e telas; defensivos químicos; defensivos naturais e alternativos; fitorreguladores; produtos para tratamentos de pós-colheita e embalagens.

A partir de uma análise superficial destes itens, entende-se que não há necessidade de se legislar nesta área, bem como o estado exercer qualquer tipo de interferência, já que as leis de mercado da oferta e demanda levarão a uma situação natural de competitividade entre empresas e produtos oferecidos ao setor produtivo, com reflexos nos preços e qualidade dos produtos.

No entanto, parece conveniente que o Estado estude e analise alguns insumos nos aspectos seguintes:

- i) Tipificação e volume dos corretivos e fertilizantes produzidos e comercializados no estado, assim como de seu padrão de qualidade;

- ii) Tipificação, diversidade e disponibilidade das principais classes de defensivos agrícolas comercializados no estado. São Luís, Balsas e Imperatriz concentram as principais empresas;
- iii) Analisar a possibilidade de implantar-se fábrica de embalagens para frutas no estado. Verificar também a existência de fábricas de embalagens em estados vizinhos e para quais tipos de frutas. Em quaisquer casos, o estado deve fiscalizar a obediência às normas e padrões de fabricação e materiais utilizados, conforme legislação específica do MAPA e/ ou exigência do mercado comprador (exportação).

III – Infra-estrutura

Neste segmento, a forte presença do governo nas esferas federal, estadual e municipal se faz necessária. É importante que o Estado analise e conheça as facilidades infra-estruturais já existentes e aponte as possibilidades oferecidas ao setor produtivo, assim como estabeleça ajustes e/ou adequações em função de futuros cenários em termos de produção e mercados. Contudo, entende-se que a infra-estrutura oficial disponível deve servir a uma política agrícola ampla, onde será contemplada também a fruticultura. Nesse sentido é que os ajustes e/ou adequações específicas para o agronegócio frutícola são apontados. A partir dessas considerações, uma política fundamental na área de infra-estrutura deverá levar em conta, os itens seguintes:

- i) Dimensionar as rodovias estaduais e federais que servem aos principais pólos produtivos, avaliando também as condições de tráfego e distância dos centros consumidores;
- ii) Diagnosticar igual situação para a malha ferroviária e adequação deste transporte para frutas (vagões/containers);
- iii) Diagnosticar a situação e adequação do Porto de Itaqui e similares para recebimento, armazenamento e embarque de frutas;
- iv) Avaliar as condições de funcionamento dos pólos de irrigação do estado, destacando a participação da produção de frutas. Neste caso, sugere-se parceria com a CODEVASF que detem experiência em gerenciamento de perímetros de irrigação;
- v) Avaliar a capacidade instalada e de operação de agroindústrias e mini-fábricas de processamento de frutas. Prover incenti-

- vos e financiamentos especiais junto às agências de crédito para implantação de agroindústria, com especial referência ao aproveitamento de frutas nativas e castanha de caju;
- vi) Avaliar a capacidade instalada e de operação de “packing-house” (casas de beneficiamento e embalagem de frutas e hortaliças);
 - vii) Incentivo à implantação de laboratórios de análises de semente, solo, planta, água e de resíduos químicos;
 - viii) Avaliar a oferta de eletrificação nos pólos de produção e necessidade de ampliação da rede.

Oferta de Mudas Frutíferas e Infra-Estrutura de Produção

O Maranhão ainda é o um grande importador de mudas das principais espécies cultivadas, especialmente aquelas que requerem processos de propagação vegetativa no processo de produção. Contrariamente, para culturas como abacaxi e banana, pela facilidade de obtenção, a oferta de mudas é mais estável. Para coco, mamão e maracujá, cujas mudas são formadas predominantemente por sementes, também observa-se grande facilidade de obtenção, mas neste caso não se deve prescindir da necessidade de se conhecer a adaptação das novas variedades, nem esquecer da preocupação com a qualidade, fator fundamental tratando-se de cultivos perenes.

Em relação às espécies nativas, a maioria delas pouco conhecidas ou em processo de domesticação, tem-se verificado um aparente descaso por parte de viveiristas comerciais, o que pode estar relacionado aos fatores seguintes:

- desconhecimento dos processos de propagação mais adequado;
- ausência de variedades/clones selecionados para fornecimento de propágulos;
- pequena demanda dos fruticultores por não conhecerem o comportamento produtivo das fruteiras nativas em cultivos comerciais;
- falta de normas específicas de produção das mudas.

Em relação às normas técnicas para produção de mudas frutíferas certificadas/fiscalizadas do Estado do Maranhão, foram aprovadas em 2000 pela CESM-MA (Comissão Estadual de Sementes e

Mudas) os padrões mínimos de qualidade para produção, transporte e comercialização, referentes a 14 espécies frutíferas. As culturas contempladas e colocadas à disposição dos viveiristas foram: abacateiro, aceroleira, abacaxizeiro, bananeira, cajueiro, citros, coqueiro, cupuaçuzeiro, goiabeira, gravioleira/ateira, mamoeiro, mangueira, maracujazeiro e videira.

Com exceção do cupuaçuzeiro, nativo do Maranhão e Pará, as referidas normas cobriram as necessidades de apenas as espécies tropicais típicas, deixando uma lacuna a ser preenchida com várias espécies nativas, cujos níveis de informações e conhecimentos ainda é incipiente. Daí presumir-se que a quase totalidade de mudas frutíferas nativas produzidas serem pés-francos (obtidas a partir de sementes), com as inerentes desvantagens conhecidas proporcionadas por esse processo de propagação.

A oferta de mudas de forma diversificada e regular, está na dependência da uma forte presença do segmento viveirista, distribuído estrategicamente em todo o estado. Conforme levantamento recente (2002), existem 12 viveiristas/produtores de mudas no Maranhão, sendo que somente 7, ou seja, 58% deles, estão registrados junto à DFA/ MAPA (Tabela 5). Entre aqueles recomendados para registro na DFA, estão 4 produtores que reúnem condições físicas e técnicas para produzirem mudas certificadas.

TABELA 5. Relação de viveiristas e produtores de mudas do Maranhão em 2002.

IDENTIFICAÇÃO	MUNICÍPIO	SITUAÇÃO-DFA
Natureza Verde	Imperatriz	Registrado
Guilherme Maia – Faz. Canaã	Porto Franco	Registrado
Ambiente Verde	Imperatriz	Registrado
Coompsmar	Imperatriz	Registrado
Copaba	Barra do Corda	Registrado
Mãe Natureza	Balsas	Registrado
Chácara N. S. Piedade	Brejo	Registrado
Chácara N. S. Piedade	Bacabal	Recom. p/ registro
Fazenda Boqueirão	Timbiras	Recom. p/ registro
Celmar	Cidelândia	Recom. p/ registro
Viveiro Paulista	Imperatriz	Recom. p/ registro
Antonio Santiago Oliveira	Santa Inês	-

No ano 2002, foram produzidas aproximadamente 230.000 mudas frutíferas no Maranhão, envolvendo mais de 20 espécies, das quais 78% seriam certificadas, o que permitiria atender ao plantio de 950 ha/ano, considerando-se uma densidade média de 250 plantas/ha (Tabela 6).

Tabela 6. Estimativa da oferta de mudas frutíferas produzidas no Maranhão em 2002.

VIVEIRISTA	TOTAL	Certificada (%)
Natureza Verde	12.300	92,0
Guilherme Maia – Faz. Canaã	4.500	100,0
Ambiente Verde	8.000	100,0
Copaba*	4.000	-
Mãe Natureza	5.000	100,00
Chácara N. S. Piedade (Bacabal)	6.000	-
Chácara N. S. Piedade (Brejo) **	150.000	100,00
Fazenda Boqueirão	40.000	-
TOTAL	229.800	-

* Mudas fornecidas para os cooperados

** Somente de cajueiro anão precoce

Os números revelam que as mudas do cajueiro anão precoce respondem por 65% do total produzido, especialmente localizadas no município de Brejo, atendendo a uma forte demanda dos produtores por essa cultura nos últimos anos.

Em que pese a crescente produção de mudas observada nos últimos cinco anos, a capacidade instalada e infra-estrutura da maioria dos viveiristas ainda deixa a desejar, o que concorre para a baixa qualidade do material de plantio – principal insumo da fruticultura. Alguns viveiristas ainda adotam o sistema tradicional, onde os viveiros são instalados a céu aberto e sujeitos diversos problemas climáticos e fitossanitários. Nesse sentido, a EMBRAPA – Trópico Semi-Árido, de Petrolina, PE, através do Programa Avança Brasil, apoiou em 2001, a implantação de 8 viveiros-telados no Maranhão, em áreas de viveiristas credenciados pela DFA/MAPA, localizados nos principais pólos de produção de frutas do estado (Tabela 7). Cada viveiro-telado, dotado de sistema de irrigação, tem capacidade para produzir em torno de 25 mil mudas/ano, acondicionadas em sacolas plásticas de polietileno.

Tabela 7. Viveiros-telados implantados pela EMBRAPA no Maranhão. 2001.

VIVEIRISTA CONTEMPLADO	Município	Condição Operacional
Natureza Verde	Imperatriz	Boa
Mãe Natureza	Balsas	Boa
Ambiente Verde	Imperatriz	Regular
Copaba	Barra do Corda	Regular
UEMA/FESL	S. Luis	Boa (Pesquisa)
Coompsmar	Imperatriz	Insuficiente
Guilherme Maia	Porto Franco	Insuficiente
Tabuleiros de S. Bernardo	S. Bernardo	Insuficiente

A muda constitui-se num insumo em que o local de sua produção pode estar localizado distante da área de plantio, desde que satisfaça os padrões de mínimos de qualidade exigidos e estando sujeitas ao sistema de fiscalização do estado importador. O fluxo de entrada e de movimentação das mudas no estado está indicado na Figura 2, que sugere como caminho mais seguro aos fruticultores a aquisição de mudas de viveiristas credenciados do próprio estado ou de fora. No segundo caso e para mudas obtidas de vendedores ambulantes (caminhões), o estado deve lançar mão dos mecanismos de fiscalização através da inspeção do material e verificação da documentação nas barreiras fixas (fronteiras) e móveis. No Maranhão, essa importante tarefa está a cargo da AGED (Agência de Defesa Agropecuária), vinculada à GEAGRO.

Para ilustrar a importância desta matéria, na região de Porto-Franco e Imperatriz, existem 800 ha de banana irrigados. A doença *sigatoka negra* encontra-se na fronteira oeste do estado do Pará, com amplas possibilidades de alcançar o Maranhão e por em risco essa importante atividade econômica.

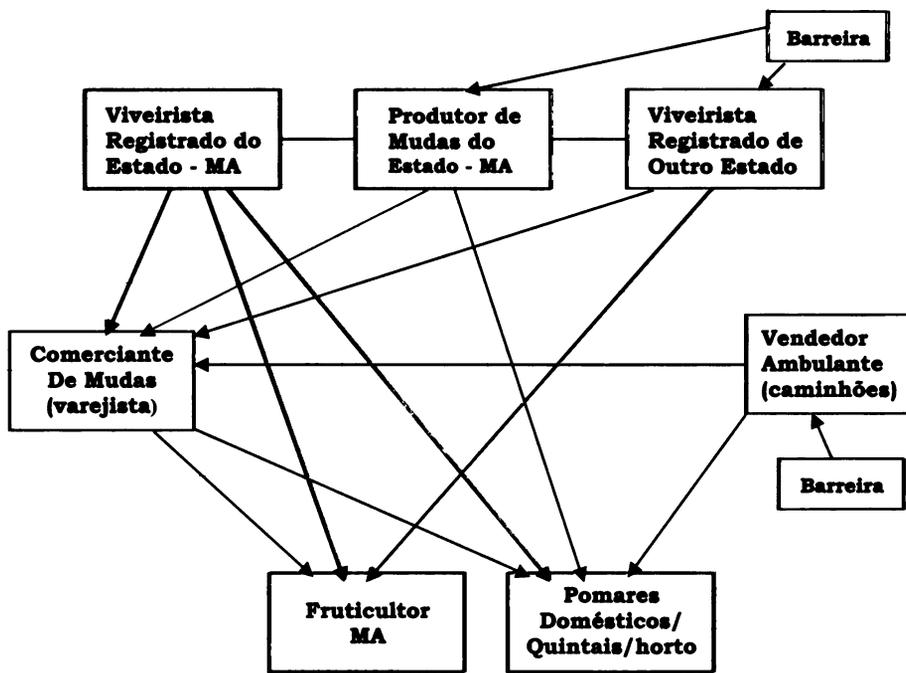


Figura 2. Fluxograma do sistema de ofertas de mudas frutíferas no Maranhão (Araujo, 2003).

Ocorrência e Inserção das Fruteiras Nativas no Maranhão

As Fruteiras Nativas e suas Potencialidades

Nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, existem aproximadamente, 950 espécies frutíferas, das quais umas 200 têm atributos suficientes para serem aproveitadas comercialmente. A região amazônica, como exemplo, possui valioso potencial de recursos genéticos de espécies frutíferas. Entretanto, a maioria destas espécies ainda é pouco conhecida quanto ao potencial de exploração econômica e sua contribuição para a melhoria da dieta alimentar.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de fruteiras tropicais e subtropicais com cerca de 56 gêneros, 166 espécies e 4.700 acessos. Isso se deve à diversidade mesológica e fitogenética existente no país (Ferreira, 1999). Esta variabilidade alimentar foi conser-

vada por nossos antepassados, especialmente indígenas, mas também caboclos, essas populações cultivam e conservam as principais plantas alimentares, sendo que, pela observação do processo natural de mutação e por cuidadosa seleção através dos séculos, tais populações desenvolveram espantosa variabilidade de culturas.

Segundo Clement et al. (2000), apenas 7 fruteiras nativas da Amazônia são consideradas domesticadas: Biribá (*Rollinia mucosa*); Urucum (*Bixa orellana*); Umari (*Paroqueiba paraensis*); Pupunha (*Bactris gasipaes*); Guaraná (*Paullinia cupana*); Abiu (*Pouteria caimito*); Cubiu (*Solanum sessiliflorum*), outras 20 são semi-domesticadas e 36 são incipientemente domesticadas. Entre essas 63 espécies, uma é internacionalmente importante, *Theobroma cacao*, e algumas são regionalmente importantes ou internacionalmente visíveis, *Bixa orellana*, *Bactris gasipaes*, *Paullinia cupana*, *Platonia insignis* (Bacuri), *Bertolletia excelsa* (Castanha-do-pará), *Elaeis oleifera* (Dendê), *Euterpe oleraceae* (Açaí), *Thebroma grandiflorum* (cupuaçu). Todas as 63 têm potencial econômico nos mercados urbanos ricos que estão avidamente procurando novidades tanto em termos de sabores exóticos, quanto em qualidade nutricional.

Algumas espécies amazônicas alcançaram posição destacada na agricultura tropical do mundo, como o cacau, a seringueira, o abacaxi, a castanha-do-pará e o guaraná. Outras têm seu potencial conhecido, porém pouco desenvolvido, como a pupunha, o cupuaçu, o bacuri, o taperebá e o jenipapo (Martel, 1992; Moraes et al., 1994; Embrapa, 1996). O cupuaçu é um exemplo da transformação de uma espécie nativa eminentemente de exploração extrativa, para uma fruteira de exploração comercial, com o conseqüente aproveitamento agroindustrial em diferentes escalas (Figueirêdo, 1998). Hoje, a sua polpa congelada, muito apreciada pelo excelente sabor e aroma, pode ser encontrada em qualquer parte do Brasil e até do exterior.

De acordo com a Embrapa (1996), a geração de tecnologias adequadas à produção, industrialização e seleção de variedades que atendam às exigências do mercado, entre outros, são fatores essenciais para conduzir as fruteiras da região Amazônica a uma posição privilegiada, possibilitando a inserção de novas culturas tropicais decorrentes da domesticação de espécies nativas. Contudo, a evolução da fruticultura regional está condicionada ao desenvolvimento de alternativas que assegurem a produtividade dos agroecossistemas, sem perder de vista a sustentabilidade.

Clement et al. (1997) descrevem os resultados de trabalhos desenvolvidos pelo INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, referentes à prospeção, coleta de germoplasmas e estudos sobre fruteiras nativas da Amazônia. Os autores concluem que embora seus recursos estejam sofrendo forte erosão genética em muitas áreas, essas fruteiras têm um grande potencial para apoiar o desenvolvimento sustentável na Amazônia. Relatam ainda a possibilidade de aproveitamento agrícola em sistemas com diferentes níveis de diversidade e intensidade de manejo com diferentes espécies melhoradas para cada sistema. Citam como exemplo de espécies que ganharam expressão comercial o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), a pupunha (*Bactris gasipaes*) e o camu-camu ou caçari (*Myrciaria dubia*).

Cavalcante (1991), citado por Carvalho et al. (1998), catalogou na Amazônia brasileira 176 espécies com frutos comestíveis, metade delas representada por frutíferas nativas, algumas apresentando grandes potencialidades econômicas.

No Nordeste, a vegetação da caatinga, embora num primeiro momento possa parecer apenas um ecossistema sem maior importância, revela grande diversidade em termos de espécies. Almeida (1998), analisou o material comestível de algumas espécies que mais são consumidas pela população do Cerrado e estas se constituíram como fonte de energia, vitaminas, sais minerais e ácidos graxos. A amêndoa de Baru (*Dipteryse alata*), as polpas de Jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*) e de Pequi (*Caryocar brasiliense*), são altamente calóricas. O Buriti (*Mauritia flexuosa*) e o Pequi são fontes de caroteno.

Em estudo recente, Giordano (1997) descrevendo as bases do projeto “O sistema agroindustrial dos frutos do Cerrado: o Agribusiness do pequeno produtor”, em áreas de cerrado do extremo Sul do Maranhão e Norte do Tocantins, relaciona 11 espécies de frutas nativas que apresentariam melhor perspectivas em termos de dispersão, quantidade, produção e demanda consideradas para a coleta e processamento de polpa. Entre outras, cita-se o Bacuri, Buriti, Murici, Açaí, Cajá, Cajuí e Mangaba.

A visível diversidade mesológica e fitogenética existente no Estado do Maranhão, aliado ao potencial de aproveitamento comercial, contribui para que as fruteiras nativas venham, gradativamente, crescendo em importância e despertando o interesse dos produtores e agroextrativistas. Entre aquelas de ocorrência natural no Maranhão, mas que ainda carecem de estudos e pesquisas, merecem destaque:

Bacuri (*Platonia insignis* Mart.), Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum), Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Abacaxi turiaçu (*Ananas comosus* (L.) Merril), Tanjaroa (*Citrus reticulata* Blanco), Murici (*Birsonima crassifolia* L. Rich.), Buriti (*Mauritia flexuosa* L.), Cajazinho (*Spondias mombin* L.) e Maracujinho-do-Mato (*Passiflora laurifolia* L.).

Bacuri (*Platonia Insignis* Mart.)

FAMÍLIA: Clusiaceae

SINONÍMIA: Conhecida também por bacuri açu, bacuri do Pará, pacuri e pacouri-uva no Brasil; pakuri e pakouri i na Guiana; parcouri na Guiana Francesa; packoeri e pakoeri no Suriname; e goherica ou ko pelos índios na Amazônia Colombiana.

OCORRÊNCIA: muito comum em estado silvestre na região Amazônica, estende-se ao Maranhão, Piauí, Goiás, Mato grosso, indo até o Paraguai. O bacuri ocorre naturalmente em vegetação aberta de transição, áreas descampadas e, raramente, em floresta alta. Seu centro de dispersão é, entretanto, o Estado do Pará na Ilha de Marajó e na região de Salgado, que apresentam a maior densidade populacional do bacurizeiro, onde são encontrados de 30 a 100 plantas por hectare, conhecidas por bacurizais.

No Estado do Maranhão, populações densas de bacuri são encontradas nas florestas abertas da região Pré-Amazônia. Encontra-se mais disperso na região do Baixo Parnaíba. Nas regiões da Baixada Ocidental e Litoral Norte Maranhense, ambientes de transição, verifica-se acentuada densidade de plantas, especialmente em áreas de matas secundárias e capoeiras. No município de Bequimão, por exemplo, no Litoral Norte Maranhense, há um distrito denominado Bacurizeiro, em alusão à paisagem completamente dominada pela planta do mesmo nome. Caso semelhante é registrado no distrito de Marapanim, Pará, onde existe uma aldeia chamada Bacuriteua. Nesses locais citados, o bacurizeiro prolifera com grande facilidade, tanto a partir de sementes, como de brotações de raízes, formando famílias ou agrupamento de plantas com muitos indivíduos. A ocorrência de uma "incidental" propagação vegetativa da espécie, através de raízes gemíferas, comum em plantas da floresta secundária e dos cerrados do Brasil Central, favorece a criação dos agrupamentos.

Na região do Baixo Parnaíba, de forte transição entre o trópico úmido e o cerrado e entrada no semiárido, embora o bacuri seja mais

disperso, conforme visto, apresenta maior riqueza em termos de diversidade de tipos – um verdadeiro parque natural de considerável variabilidade da espécie. Levantamentos exploratórios realizados em conjunto pela Embrapa-Meio Norte (CPAMN), UEMA e Companhia Agrícola Paineiras, no município de Urbano Santos e municípios sob influência da referida Companhia, no ano de 2001, permitiu realizar um cadastro preliminar de 122 plantas candidatas a matrizes (doadoras de propágulos). A variabilidade de plantas e frutos é notável na região. Contudo, urge que ações de pesquisa precisem avançar em direção à mensuração do real valor dessa variabilidade e ao manejo das populações naturais da espécie com vistas ao agroextrativismo sustentável.

O avanço da fronteira agrícola da soja para latitudes mais baixas, atingiu a região do Médio e Baixo Parnaíba, ameaçando o repositório genético natural do bacuri. Grandes áreas de cerrados e matas ricas em bacuri e outras frutas silvestres, estão cedendo lugar a extensas lavouras de soja, como pode ser observado em Santa Quitéria e Chapadinha. Tudo à vista e benevolência do poder público estadual.

CLIMA E SOLO: No Maranhão, localiza-se uma vasta área pré-amazônica com condições edáficas e uma situação geográfica favorável, isto é, região com clima tropical úmido e precipitação pluviométrica que varia de 1.700 a 2.300mm anuais, com distribuição irregular. Com relação às condições edafoclimáticas, o bacuri ocorre naturalmente na vegetação aberta de transição, indiferente aos tipos de solos, sejam pobres, arenoso ou argiloso, pode ser cultivado em regiões com clima que vai de subúmido até o superúmido, temperatura superior a média anual de 20°C, com índices pluviométricos de pelo menos 1.800mm e umidade relativa anual superior a 50%.



Figura 3. Exemplar de bacurizeiro em quintal, na ilha de São Luís, em estágio de florescimento.

DESCRIÇÃO: árvore ereta com média de 15m, chegando a atingir 35m plenamente adulta, tronco com até 1m de diâmetro e copa obcônica (Figura 3). A raiz é pivotante e geminífera. As folhas são decíduas, opostas, simples, elípticas, cor verde-brilhosas. As flores são solitárias, hermafroditas. No Maranhão florescem na estação seca, geralmente de julho a setembro, seguindo-se a queda das folhas, com picos de produção de dezembro a maio, sendo o clímax da safra nos meses de fevereiro e março. O bacuri é uma árvore florestal, cuja exploração do fruto é principalmente extrativa, ou seja, baseando-se na coleta ou catação manual dos frutos caídos no chão.

A produtividade média de uma árvore adulta e vigorosa (15 a 20 anos de idade) varia de 400 a 600 frutos/ano, tendo sido relatado de 800 a 1000 frutos por planta. O fruto é uma baga drupácea (Figura 3), volumosa, ovóide ou subglobosa, com diâmetro de até 15cm e peso máximo de 1,0 Kg, tendo em média de 400 a 500g. A polpa é branca, fibroso-mucilagínosa, variando de 4 a 30% do peso do fruto.

Em trabalho realizado por Mourão & Beltrati (1995a), a partir de frutos colhidos em São Luís, Ma, foram encontrados os seguintes resultados médios: a forma varia de oblata a alongada, comprimento de 8cm, diâmetro de 7,6cm, peso médio de 258, com 2,3 sementes e 2,6 formações pulposas ("línguas").

Plantas mutantes produzindo frutos sem sementes foram encontrados na Ilha de Marajó, Pará, e recentemente em Urbano Santos, no Maranhão, indicando a possibilidade de obtenção de clones desses materiais com alto rendimento de polpa. A possibilidade de triploidia deveria ser investigada, haja visto o baixo conteúdo de polpa ser um entrave para o cultivo comercial (Moraes et al., 1994), havendo ainda a necessidade de redução da espessura da casca e definição de um bom padrão de qualidade.

PROPAGAÇÃO: a propagação é feita, via de regra, por sementes, ocorrendo a emergência da radícula entre 15 e 50 dias após a semeadura; a emergência do caulículo, porém, pode prolongar-se por mais de um ano (Embrapa, 1996). O período de juvenilidade das plantas obtidas por sementes (pés-francos), dura, pelo menos, 10 anos, enquanto que as plantas enxertadas começam a produzir entre 3-5 anos (Calzavara, 1970).

Mourão & Beltrati (1995b) verificaram que a germinação da semente é hipógea e inicia-se cerca de um mês após a semeadura, quando emerge a raiz primária, que apresenta grande crescimento. Com 5 a 6 meses surge o epicótilo no lado oposto ao que teve origem a radícula. Foi obtida uma taxa de 95% de germinação em condições de canteiro convencional contendo substrato à base de terra e esterco de curral (3:1).

O rápido crescimento da raiz primária e seu longo crescimento alcançado 90 dias após a germinação da semente, deve ser um comportamento adaptativo da espécie, como forma de assegurar a sobrevivência da parte aérea na estação seca, onde a umidade do solo é baixa. O estabelecimento de mudas a partir de brotações das raízes, a partir da separação (desmame) da planta-mãe adulta, não tem se mostrado vantajoso. Da mesma forma, a utilização de estacas de raízes (1,0 a 1,5cm de diâmetro) obtidas da planta-mãe, tratadas com ácido indolbutírico, não proporcionou boa taxa de enraizamento e brotação, conforme verificado por Albuquerque (2000).

UTILIZAÇÃO: quase toda a produção é consumida regionalmente, embora recentemente a polpa, de sabor exótico e muito valiosa no mercado, já esteja sendo distribuída para todo o Brasil. O fruto de bacuri pode ser aproveitado como fruta fresca para consumo *in natura* e para a agroindústria de polpa, de sabor ácido e aroma muito agradável, servindo como matéria-prima na fabricação de sorvetes, cremes,

geléias, sucos, doces, pudins, licores e compotas. Bombons de chocolate com recheio de bacuri são muito consumidos nas regiões Norte e Nordeste. A resina presente no mesocarpo pode ser utilizada como flavorizante, uma vez que apresenta o mesmo sabor e odor da polpa. As sementes podem ser aproveitadas na fabricação de óleos ou "banha de bacuri", bastante utilizada no tratamento de diversas dermatoses, podendo também ser utilizada como matéria-prima na indústria de sabão. O bacurizeiro pode também ser utilizado como espécie madeireira, pois produz uma madeira de lei compacta e resistente, de cor rósea a bege-clara, de alta qualidade e de boas propriedades físicas para fabricação de móveis e indústria naval.

Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich.)

FAMÍLIA: Malpighiaceae

SINONÍMIA: muruci, douradinha falsa, murici pirima, murici-do-campo, murici-da-praia, morici, mirixi, murici pitanga, marajoara e muruch. O termo "murici" provem do tupi "mborici" que significa "faz resinas".

OCORRÊNCIA: no Brasil ocorre naturalmente em estado totalmente silvestre na Amazônia, com penetração nos Estados de Mato Grosso até Minas Gerais. Ocorre também na Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Venezuela, Colômbia, Bolívia, Peru e alguns países da América Central.

No Maranhão, o conhecimento do murici como alimento vem desde a época da chegada dos portugueses. É uma espécie característica de regiões na faixa de transição entre a Amazônia e o Cerrado, como ocorre no Maranhão, apresentando uma riqueza e diversidade de espécies frutíferas superior que na própria Amazônia. É encontrada ao longo da costa litorânea, em solos arenosos, com penetração nas baixadas Ocidental e Oriental até a região central. O município de Belágua, na região do Baixo Parnaíba, é conhecido por apresentar as mais densas populações naturais desta espécie no estado. A produção maranhense é tipicamente extrativa e absorvida nos mercados locais e regionais. Não há relatos da existência de cultivos comerciais. Nas áreas de cerrado ocorre com grande frequência também a espécie de murici *Byrsonima verbascifolia*.

CLIMA E SOLO: sendo uma planta típica de clima tropical, o muricizeiro produz frutos de melhor qualidade nestes locais, mas tam-

bém tem uma boa adaptação em condições de clima subtropical, com bom regime de chuvas, onde ocorre uma umidade relativamente elevada. Produz muito bem em solos arenosos, pois é encontrada em áreas campestre, dunas, capoeiras rarefeitas, savanas, etc.

DESCRIÇÃO: arbusto ou pequena árvore de 2 a 6 m de altura, com tronco tortuoso, formando moitas, muitas vezes com os ramos tocando o solo ou crescendo quase horizontalmente; casca espessa, mole lenticelosa. Folhas opostas, simples, coriáceas, curtamente pecioladas, limbo elíptico. Inflorescência tipo ráculos terminais alongados, cerca de 12 cm de comprimento, flores hermafroditas, pentâmeras; estames cerca de 10; ovário composto de 3 carpelos. O fruto é uma pequena drupa globosa deprimida de 1,5 -2 cm de diâmetro; exocarpo delgado, de cor amarela no fruto maduro; mesocarpo (parte comestível) pastoso, amarelo, cerca de 5mm de espessura, de cheiro e sabor muito característico; endocarpo (caroço) arredondado ou ovalado, rígido, com uma semente viável.

A época de maior floração do "murici", é a partir de agosto até início de dezembro, com o pico máximo em setembro, quando evidentemente, a frequência de abelhas aumenta. A frutificação tem início em novembro ou dezembro, estendendo-se até abril ou maio do ano seguinte quando os frutos são encontrados em abundância nas feiras de Belém (PA). No Maranhão, especialmente na Ilha de São Luís e litoral, o período de colheita se estende de novembro a abril. O murici começa a produzir a partir do quarto ano, alcançando de 4 - 6 t/ha.

PROPAGAÇÃO: o murici assim como muitas espécies frutíferas nativas são relativamente bem conhecidas do ponto de vista botânico e morfológico, porém pouco estudadas no aspecto agrônomo relacionado ao nível de domesticação. As mudas propagadas por sementes na maioria das fruteiras nativas da Amazônia possuem problemas de segregação e um longo período de juvenilidade. No caso do murici a frutificação de pés-francos é relativamente precoce, podendo iniciar-se a partir de 3 anos. Por ser uma espécie em processo de domesticação, a enxertia, estaquia e outros métodos de propagação assexuada são, presentemente, de uso limitado, em razão de carência de informações técnicas.

A formação de mudas por meio de sementes é o processo usual, embora as sementes apresentem problemas de dormência (física) para germinar, em função da elevada dureza do tegumento. A imersão das sementes em ácido sulfúrico a 25% por 60 minutos, proporcionou uma

taxa de germinação de 42,5%, aos 140 dias após a semeadura (Santana, 2002).

UTILIZAÇÃO: produz frutos ricos gorduras, alto teor nutritivo e de sabor e aroma agradáveis, consumidos tanto *in natura* como sob as formas de sucos, sorvetes, doces e enlatados.

A industrialização do murici ainda está em fase de experimentação, sendo que esta fruta apresenta ótimas características para a obtenção de néctares e sucos, contendo elementos nutritivos, excelentes características organolépticas e um rendimento elevado, em torno de 64% de polpa.

Buriti (*Mauritia flexuosa* L.)

FAMÍLIA: Arecaceae

SINONIMIA: miriti, muriti, palmeira-do-brejo, carandá-guaçu, carandaí, boriti, coqueiro-buriti.

OCORRÊNCIA: regiões da Amazônia até os Cerrados, de vários estados brasileiros, atingindo a região Leste, no litoral e o Oeste, chegando até a Bolívia, Colômbia, Equador e Peru. O buriti prefere os terrenos alagados, igapós, beira de rios e igarapés onde freqüentemente é encontrado em grandes concentrações chamado buritizal. Normalmente, encontra-se associado à juçara mas em menor freqüência, onde ocupa os mesmos ambientes.

No Maranhão, as populações naturais ocorrem em maior quantidade na Baixadas Ocidental e Oriental, Pré-Amazônia, Ilha de São Luís e Região Central, podendo alcançar o Sul do estado, em direção ao estados de Tocantins e Goiás. Não há relatos de cultivos racionais ou em sistemas diversificados de buriti, em terra firme, no Maranhão, nem estabelecimento de estratégias de manejo.

No ano de 2002, foi encontrado um "tipo" denominado preliminarmente de "buriti precoce", na região do Médio Mearim ao nível dos municípios de Vitorino Freire e Olho D'água das Cunhas. Conforme Albuquerque (Informação Pessoal, 2003) o referido tipo de buriti foi verificado desde Zé Doca (Pré-Amazônia), passando por Bacabal (Médio Mearim) e alcançando Açailândia (Sul). É encontrado de forma subespontânea em terra firme e em terrenos de várzeas seca e alagada. O florescimento é estimado ocorrer entre 5 e 6 anos de idade, tão logo o estipe aflore à superfície do solo. Os internódios (cicatrices das bainhas foliares) são mais curtos e os frutos são ligeiramente menores

que o Buriti comum. Das sementes coletadas foram produzidas mudas na UEMA para implantação de uma Unidade de Observação, em plantio consorciado com Juçara. A germinação das sementes foi superior a 85% aos 30 dias após a semeadura, formando plantas bastante vigorosas (Figura 4)



Figura 4. Mudanças de buriti precoce aos oito meses de idade.

DESCRIÇÃO: palmeira de até 30m de altura com estipe cilíndrico, levemente anelado, sem espinhos, solitário, fibroso e duro. Há plantas de menor porte, com até 5m de altura, mesmo quando adultas, o chamado buriti-anão. O tronco tem até 60cm de diâmetro variando de 20 a 30cm nas de menor porte. As raízes geralmente têm geotropismo positivo, originam-se na base do tronco e atingem até cerca de 60cm de profundidade. As folhas ocorrem no topo da planta em uma espécie de coroa, esta possui de 10 a 30 folhas de até 6m de comprimento. Estas são compostas, longopecioladas, sem acúleos, com folíolos radiados em leque semicircular.

O buritizeiro é uma espécie dióica, possuindo flores masculinas e femininas em plantas separadas e hermafroditas, sendo as plantas masculinas e femininas são difíceis de se diferenciar uma da outra. As inflorescências, de 2 a 8 por planta, saem das axilas foliares das folhas inferiores.

O fruto é uma drupa elíptica, de 5 a 7cm de comprimento e 4 a 5cm de diâmetro. O mesocarpo é a parte comestível, com 4 a 6mm de espessura, tem sabor agridoce, de cor variando de laranja ao laranja-avermelhado, representando de 12 a 13% do peso de matéria seca do fruto. O endocarpo é a parte fina e esbranquiçada que recobre a semente e é pouco diferenciado do mesocarpo. O número de cachos frutíferos varia de 5 a 8, podendo-se encontrar até mais de 650 frutos por cacho.

PROPAGAÇÃO: feita por meio de sementes, que ocorrem geralmente uma por fruto. Estas são esféricas e cobertas com uma testa de cor marrom. A germinação da semente é lenta, iniciando-se por volta dos 20 dias, podendo alcançar até 100 dias. A semeadura deve ser realizada com sementes novas, por proporcionar maior velocidade de germinação. Pode-se obter mudas em menor tempo com a cultura de embrião *in vitro*.

UTILIZAÇÃO: a polpa dos frutos do buritizeiro é utilizada para a fabricação de doces, geléias, sorvetes, cremes, compotas e o vinho-de-buriti, rico em vitamina A e C. A polpa contém até 20.000 U.I. de vitamina A por 100g do produto, uma das mais elevadas taxas observadas entre os frutos nativos. As folhas servem para a cobertura das casas e vários tipos de artesanato, além de darem cordas resistentes. O pecíolo fornece material leve e mole utilizado na fabricação de rolhas e no artesanato em geral. O óleo extraído da polpa é rico em ácido oléico. Há que se controlar o uso predatório da palmeira, especialmente a retirada indiscriminada de folhas de plantas jovens utilizadas para cobertura de casas, restaurantes, quiosques, etc. Da mesma forma, são necessárias ações visando maior divulgação da fruta e produtos derivados enquanto alimento, seguindo os passos da juçara.

Maracujzinho-do-Mato (*Passiflora laurifolia* L.)

FAMÍLIA: Passifloreaceae

SINONÍMIA: maracujá-laranja, maracujá-limão, maracujá-comum, maracujá-amarelo-manchado, maracujá-doce, maracujá-suspiro.

OCORRÊNCIA: da África às Américas (Norte da Venezuela ao leste do Brasil). Alguns autores citam o Suriname como País de origem desta espécie. Outros a consideram como originária do Amazonas e do Pará.

CLIMA E SOLO: por tratar-se de uma planta tropical pode produ-

zir praticamente em todas as regiões brasileiras, excetuando-se aquelas sujeitas a geadas. A umidade do solo é importante para o desenvolvimento da planta. A escassez de chuva compromete o pegamento da florada, impedindo o desenvolvimento vegetativo da planta. Fotoperíodos acima de 11 horas de luz associados a altas temperaturas e elevada luminosidade, permitem o florescimento e a produção. Quanto ao solo, espécies de maracujazeiro, de uma maneira geral, produz bem em solos de diversas texturas, sendo preferível sempre que possível os areno-argilosos, soltos, profundos, com boa drenagem e fertilidade natural média a alta.

DESCRIÇÃO: é uma planta vigorosa e glabra, com exceção do ovário e das brácteas. O caule é cilíndrico e as folhas são ovadas ou oblongas, com 6 a 12cm de comprimento por 4 a 8cm de largura, arredondadas e obtusas, geralmente mucronadas no ápice, uninerveadas, espessamente coriáceas e lustrosas, portando duas glândulas no cimo, medindo de 0,5 a 1,5cm de comprimento. As flores de maracujazinho-do-mato abrem-se por volta das 6:40h e fecham-se por volta das 19:00. Quando abertas medem de 5 a 7cm de largura. As sépalas são oblongas, externamente verdes e maculadas de vermelho, internamente vermelhas ou purpúreas. A corona possui filamentos transversalmente listrados de violeta, vermelho e branco. O fruto com 5 a 8cm de comprimento por 4cm de diâmetro é ovóide ou elíptico; apresenta peso entre 24 e 40g e 102 sementes por fruto em média e coloração variando de amarelo claro ao amarelo-alaranjado, coriáceo, com aspecto de pergaminho, de arilo saboroso (Figuras 5 e 6). O tempo da abertura floral até a colheita dos frutos é de aproximadamente 60 dias.



Figura 5. Frutos característicos de *P. laurifolia* próximo ao ponto de colheita.



Figura 6. Frutos maduros de *P. laurifolia* de excelente padrão de tamanho e coloração. No ponto de colheita os frutos se desprendem da planta e são coletados no chão.

PROPAGAÇÃO: feita principalmente por meio de sementes, podendo ser propagado vegetativamente por enxertia ou estaquia. As sementes germinam entre 15 a 45 dias após a sementeira. Estas devem ser retiradas de plantas vigorosas, produtivas, isentas de pragas e doenças, originárias de frutos maduros. É importante que o fruticultor retire sementes de vários frutos colhidos em diferentes plantas e não de muitos frutos de poucas plantas. Isso diminui o problema de incompatibilidade existente nesta espécie.

As sementes devem ser retiradas dos frutos e colocadas para fermentar durante 3 a 7 dias em um recipiente de vidro. Essa fermentação tem a finalidade de facilitar a separação das sementes da mucilagem que as envolve. Em seguida essas sementes devem ser lavadas e colocadas em jornal para secar a sombra. As sementes devem ser utilizadas logo após o preparo, pois a sua viabilidade é muito pequena.

UTILIZAÇÃO: Os frutos de maracujazinho-do-mato possuem gosto típico, próprio para consumo in natura, apresentando valor médio de sólidos solúveis totais de 10° Brix e acidez total titulável média de 2% de ácido cítrico. A sua polpa é usada para preparo de refrescos e sorvetes. Esta espécie é extensivamente cultivada nas Antilhas, Guianas, Trinidad e Tobago, Venezuela e Brasil, tanto para fins decorativos como pela qualidade de seus frutos comestíveis. Na Califórnia, a planta é considerada ornamental para parques e Jardins.

As sementes, bem trituradas, são empregadas para combater vermes intestinais. Alguns autores recomendam o maracujazinho-do-mato como porta enxerto por ser tolerante a infestação por nematóides.

Juçara (*Euterpe oleracea* Mart.)

FAMÍLIA: Arecaceae

SINONÍMIA: açai-do-pará, juçara (Maranhão), manaca (Venezuela), qasei, qapoe (Suriname). No presente texto, será utilizada a terminologia "juçara", nome pelo qual a fruta é popularmente conhecida no Maranhão.

OCORRÊNCIA: é a palmeira típica do estado do Pará, popularmente conhecida por açai. Com frequência, levantam-se dúvidas a respeito da possível diferença no posicionamento botânico de juçara e açai. Contudo, esclarece-se que os termos "juçara" no Maranhão e "açai" no Pará referem-se à mesma espécie *Euterpe oleracea* Mart.

Por sua vez, a juçara da Mata Atlântica, palmeira monocaule, pertence à espécie *Euterpe edulis* Mart.

A maior ocorrência da juçara no Pará se dá nos estuários dos grandes rios em terrenos de várzea, de igapó e na terra firme, sendo encontrada também em formações quase puras ocupando, ao lado do buriti, o primeiro lugar na fisionomia da paisagem. Está disseminado desde o Maranhão às Guianas e Venezuela. No Maranhão, a exemplo do estado do Pará, a juçara predomina nas áreas de várzea ou acompanhando os cursos dos pequenos rios, especialmente na Baixada Ocidental, Litoral Ocidental Norte, Pré-Amazônia, Ilha de São Luís e regiões centrais do Estado (Figura 7). Em São Luís, na Comunidade Maracanã, acontece há 34 anos, sempre no mês de outubro, a tradicional "Festa da Juçara" - o maior evento de divulgação, degustação e consumo da fruta no estado.

De acordo com Oliveira (2003) no ano 2001, o Maranhão respondeu com 5,0% da produção nacional de frutos de juçara, equivalente a 6.208 toneladas de frutos. O Pará é o maior produtor com 93% da produção de frutos e 90% da produção de palmito. Parte da produção maranhense também é computada como sendo do estado do Pará, em que os frutos comprados no Maranhão especialmente da Região da Baixada Ocidental e Litoral Norte Ocidental, são transportados para Belém e contabilizados no volume de produção paraense.

A juçara, devido sua riqueza em fibras, vitaminas, minerais e antocianinas, substâncias que podem combater o colesterol e os radicais livres, conquistou adeptos em todas as regiões do Brasil e vem sendo consumido por atletas e representantes da chamada geração saúde. No Rio de Janeiro, no ano 2000, o mercado de vinho de açaí atingiu 500 t/mês e, em São Paulo, 150 t/mês.



Figura 7. População de açucena em várzea úmida do município de Matinhama. No detalhe, estratégia adotada por habitante do local para colher cacho de frutos no alto da planta.

Em relação ao manejo florestal das populações naturais, visando formar touceiras com uma produtividade mais alta tanto de frutos como de palmito, deve-se seguir o seguinte critério: manejar touceiras com três estipes adultos (pronto para colheita), três estipes jovens e três mudas, de modo a se estabelecer uma densidade de aproximadamente 600 touceiras produtivas por hectare manejado, com ciclos de colheitas de três estipes a cada três anos.

CLIMA E SOLO: a açucena é uma espécie tipicamente tropical, que se desenvolve bem em condições de clima quente e úmido e não

suporta seca prolongada. A distribuição regular de chuvas durante todo o ano, com mais de 2.000mm, é o ideal para o açazeiro. Esta espécie pode desenvolver-se bem em regiões que apresentam temperaturas médias mensais acima de 18°C. A juçareira desenvolve-se em solos variando do argiloso até o areno-argiloso. O crescimento da planta é favorecido pela existência de altos teores de matéria orgânica. As áreas muito arenosas, com baixa capacidade de retenção de água, devem ser evitadas.

Embora o cultivo da juçara em terra firme, com ou sem irrigação suplementar seja uma realidade, as populações naturais estão mais adaptadas às áreas de várzeas e cursos de pequenos rios. Nessas condições, a planta emite raízes mais altas contendo pneumatóforos, responsáveis pela respiração radicular.

Como proporciona ao solo uma cobertura permanente, diminuindo as perdas por erosão, é considerada uma espécie com grande potencial para ser explorada em condições tropicais de altas precipitações e temperaturas elevadas.

DESCRIÇÃO: é uma palmeira cespitosa, isto é, tem hábito de perfilhar e formar touceiras, com até 25 estipes por touceira em diferentes estádios de desenvolvimento. O caule é uma estipe lisa, delgada, às vezes encurvado, atingindo de 25-30m de altura, sustentando, no ápice, um capitel de 12 a 14 folhas pinadas. As longas bainhas foliares, superpostas, formam uma região colunar de cor verde-oliva, no extremo da estipe. A inflorescência é uma espádice, originalmente envolvida pela bainha, que se desenvolve após a queda da folha, abaixo da região colunar.

A inflorescência, de ramificações simples, é protegida por uma espata e uma espatela. As flores são monóicas (femininas e masculinas no mesmo espádice) e nascem em depressões ou cavidades nos ramos do espádice, com as femininas ocupando a região central entre as duas masculinas. A polinização é realizada por besouros.

As folhas apresentam comprimento entre 2,0 e 2,80 m, são compostas, pinadas, com 40 a 80 pares de folíolos, opostos ou subopostos e inseridos em intervalos regulares. Os folíolos são pendentes nos indivíduos adultos e ligeiramente horizontais nos indivíduos jovens, apresentando comprimento entre 20 e 50cm e largura entre 2 e 3cm.

O fruto da juçareira é uma drupa arredondada com 1 a 1,5cm de diâmetro, pesando, em média, 1,5g. Epicarpo de coloração variando do cinza escuro ao violeta está concrecido ao mesocarpo (fina cama-

da de polpa com cerca de 1mm de espessura), que envolve um endocarpo volumoso e duro que acompanha o formato do fruto. O número de cachos por planta pode atingir até 8 sendo mais comum de 3 a 4. Cada cacho pode conter de 3 a 6 Kg de frutos (Figura 8).



Figura 8. Lata de juçara usada como medida padrão na comercialização. (Cortesia de Laura Oliveira, 2003.)

O sistema radicular é do tipo fasciculado relativamente denso, com raízes emergindo do estipe da planta adulta em altura de 30cm a 40cm acima da superfície do solo e apresentando coloração avermelhada e aproximadamente de 1cm de diâmetro.

PROPAGAÇÃO: a propagação mais comum desta espécie é por meio de sementes, bastante abundantes. A propagação assexuada pode ser feita através de brotações naturais que surgem na região logo abaixo do coleto da planta. É um processo de obtenção de mudas trabalhoso e pouco rentável.

Quando se utiliza sementes novas o índice de germinação é superior a 90%. As primeiras plantas começam a surgir 20 dias após a semeadura e normalmente, com 35 dias, mais de 80% germinam. As sementes resultantes da extração do vinho normalmente são descar-

tadas pela população. Em condições naturais a dispersão das sementes geralmente é realizada por tucanos, papagaio e outros pássaros que se alimentam dos frutos e liberam as sementes na mata.

UTILIZAÇÃO: os frutos da juçareira são utilizados para produção do "vinho" de juçara com consistência pastosa variável, que serve de base para elaboração de cremes, sucos, sorvetes, musses, picolés, licores, bolos. O mingau misturado com farinha de mandioca e/ou açúcar pode ser acompanhado com camarão seco, peixe, carne de sol, etc; o meristema apical (broto) é utilizado como palmito (salada, recheio, creme) e ração animal. A juçara é muito rica em antocianina (196mg/100g), substância anti-oxidante, que ajuda no combate ao colesterol e aos radicais livres. A quantidade de antocianina presente na juçara é 33 vezes superior ao da uva. Apresenta também o maior teor de ferro entre as frutas conhecidas (12,0mg/100g).

Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.

FAMÍLIA: Sterculiaceae

SINONÍMIA: cupu, cacau-do-peru

OCORRÊNCIA: O cupuaçuzeiro é encontrado espontaneamente nas matas de terra firme e várzea alta na parte sul e leste do Pará, alcançando o nordeste do Maranhão, principalmente nos rios Turiaçu e Pindaré. É uma espécie pré-colombiana distribuída por toda a Bacia Amazônica, parte do Maranhão. Sendo encontrado ao longo dos estuários dos grandes rios, acompanhando os passos da penetração dos colonizadores, razão porque é observado em regiões distantes de sua "área de dispersão natural", tais como Bahia, Rondônia e Acre, Peru, Venezuela, Colômbia e Costa Rica.

De modo geral, é recomendado o cultivo em regiões que vão do clima subúmido ao superúmido, com chuvas anuais de mais 1.800mm, bem distribuídos durante o ano, e com temperatura anual superior a 22°C. A escolha da área para plantio pode variar com o sistema adotado. O ideal é que sejam planas, com chuvas abundantes. Os solos devem ser profundos, de terra firme, com boa retenção de água e fertilidade elevada, mas a planta aceita solos de baixa fertilidade e boa constituição física, como os existentes na maior parte da Amazônia e região Centro-Norte do Maranhão.

O estado do Pará responde por aproximadamente 50% da área cultivada (exploração comercial), seguida por Rondônia 30%. Em 2002,

a EMBRAPA-CPATU de Belém, lançou 4 clones de cupuaçuzeiro resistentes à doença fúngica Vassora de Bruxa (*Crinipellis perniciosa*), das variedades Redondo' (frutos pequenos) e 'Mamorana (frutos compridos)'.

No Maranhão, o cupuaçuzeiro está distribuído ao longo da região Nordeste do estado, também denominada Pré-Amazônia Maranhense, que vai desde o Gurupi ao Norte até Imperatriz ao Sul. O desmatamento ocasionado pela extração de madeira e a recente implantação de grandes áreas de pastagens, além das queimadas no segundo semestre do ano, tem levado a uma redução drástica na oferta de frutos coletados na floresta, assim como, à erosão genética das populações naturais.

Na região Centro Norte do estado, especialmente na Baixada Ocidental, o cupuaçu nativo também é encontrado na matas remanescentes, continuamente sujeitas ao predatório sistema de agricultura itinerante do corte e queima. Destaca-se nessa região, o município de Anajatuba onde o cupuaçu é cultivado em sítios e quintais, a partir de plantas obtidas de sementes.

DESCRIÇÃO: em estado selvagem, o cupuaçuzeiro ultrapassa 20m de altura. Quando cultivado, varia de 6 a 8m. A copa chega a atingir 7m de diâmetro, as folhas são simples, inteiras, subcoriáceas de 25 a 35cm de comprimento por 6 a 10cm de largura (Figura 9). As inflorescências são cimulosas de 3 e 5 flores ou mais; pedúnculos curtos, espessos, com 3 bractéolas; O fruto é drupáceo ou bacáceo, de forma elipsóideia ou oblonga, com extremidades obtusas ou arredondadas, variando de 12 a 25cm de comprimento e de 10 a 12cm de diâmetro, pesando, em média, 1,5kg. O epicarpo (casca) é rígido, lenhoso, mas quebrável e se desprende com facilidade. A polpa é amarelada ou esbranquiçada, de sabor ácido. As sementes, em número de 20 a 50, são superpostas em 5 fileiras verticais e envolvidas por uma polpa fibrosa.



Figura 9. Cupuaçuzeiro adulto formado a partir de semente, exibindo excelente vigor nas condições da ilha de São Luís-MA.

PROPAGAÇÃO: pode se feita por meio de sementes, tendo-se o cuidado de selecionar as mais pesadas, que de uma maneira geral formam mudas mais robustas. A propagação assexuada pode ser realizada no cupuaçuzeiro de várias maneiras, entretanto, a mais utilizada é a enxertia.

UTILIZAÇÃO: o maior uso se faz do fruto, cujo endocarpo carnosos é espesso, de onde se extrai a polpa, que possui um sabor ácido bastante agradável, cheiro intenso e característico, que o torna apreciadíssimo, constituindo-se num produto de exportação de alto valor, consumido sob a forma de suco, doce, cerme, compota, sorvete e licor. A casca, separada da polpa, é utilizada como adubo orgânico. As sementes possuem ótima matéria prima para o preparo do chocolate branco (cupulate), com bons teores de amido e de proteína e aproximadamente 48% de uma substância gordurosa comestível.

Abacaxi Turiaçu (*Ananas comosus* (L.) Merrill)

FAMÍLIA: Bromeliaceae

SINONÍMIA: 'Ananás' na Região Amazônica, 'Piña' nos países de língua espanhola e 'Pineapple' nos de língua inglesa. A denominação 'Turiaçu' refere-se ao tipo ou variedade nativo e cultivado no município maranhense do mesmo nome.

OCORRÊNCIA: o abacaxizeiro é originário da região compreendida entre 15° N e 30° S de latitude e 40° L e 60° W de longitude, o que inclui as zonas central e sul do Brasil, o nordeste da Argentina e o Paraguai. O Brasil é provavelmente, o país de origem do abacaxi. No Brasil, as principais variedades cultivadas são 'Smooth Cayenne', 'Pérola', 'Jupi', 'Boituva' e 'Perolera'. A Embrapa-CNPMP, Cruz das Almas, BA, lançou a variedade 'Primavera' coletada no estado do Amazonas, sem espinhos na folhas e resistente à Fusariose.

O abacaxi Turiaçu ocorre principalmente no município de Turiaçu, localizado na Microrregião do Gurupi, sofrendo forte influência do clima amazônico, especialmente o longo e concentrado período chuvoso. Os plantios comerciais ainda são poucos e os produtores adotam um sistema de produção com baixo emprego de tecnologias, sendo que a cultura se adequa às condições do modelo familiar, por exigir generosa mão-de-obra. Apesar de sua importância econômica e da região de Turiaçu participar como fornecedora de frutos para os mercados regionais, especialmente para a Baixada Maranhense e São Luís onde o fruto é muito apreciado no segundo semestre do ano, o abacaxi Turiaçu não tem sido pesquisado fora de seu local de origem em relação às suas características biométricas e qualidades físico-químicas.

No Maranhão, a região Central é a mais tradicional no cultivo da variedade 'Perola', onde os municípios de São Domingos do Maranhão, Grajaú e Barra do Corda juntos respondem por 64% da área cultivada e 62% produção do estado. Tendo em vista a crescente fatia do mercado maranhense ocupada pelo Turiaçu, em razão de sua excelente qualidade, é de se esperar que esta variedade se expanda para regiões onde o 'Perola' atualmente predomina.

CLIMA E SOLO: de um modo geral, as melhores temperaturas para o cultivo do abacaxizeiro estão entre 23 e 27° e as chuvas entre 1.000 e 1.500 mm por ano. Os solos mais indicados são os arenos-argilosos, profundos, bem drenados e com pH entre 4,5 a 6,0. O abacaxizeiro não tolera solos encharcados e resiste bem a seca.

Na região de ocorrência natural do 'Turiaçu' o clima é o tropical semi-úmido, do tipo AW, a temperatura média anual de 27 °C e precipitação pluviométrica média anual de 1.175mm, podendo alcançar o total anual de 2.100mm. Uma característica marcante dos locais de cultivo refere-se ao tipo de solo, com predominância de Plintossolo, em que verifica-se grande cobertura de cascalhos (Figura 10), o que possibilita uma boa drenagem do solo numa região considerada muito úmida. Apesar do baixo nível de manejo da cultura no tocante à fertilização, os frutos são de boa qualidade (peso adequado e elevado teor de açúcares), indicando que o solo apresenta razoável reserva de potássio.



Figura 10. Condições de cultivo do abacaxi no município de Turiaçu-MA. Detalhe da cobertura de cascalho no solo e à esquerda na foto cachos de mudas tipo filhote em processo de cura.

DESCRIÇÃO: As duas principais variedades de abacaxi cultivadas no Brasil são 'Smooth Cayenne' e 'Pérola' com pesos médios de 2,0 e 1,5 kg, respectivamente. Duas características diferenciam essas variedades referem-se à forma do fruto e coloração da polpa, em que o Cayenne apresenta o formato cilíndrico e polpa amarela, enquanto no Pérola o fruto é piramidal ou cônico e a polpa é esbranquiçada. Neste particular, a variedade Turiaçu aproxima-se mais do Smooth Cayenne.

De acordo com Almeida (2000), o fruto do abacaxi Turiaçu que é um sincarpo (sorose), em estágio maduro, apresenta peso médio (com coroa) de 1.740g, diâmetro transversal de 9,8cm, diâmetro do coração

(talo) de 2,8cm e comprimento da coroa de 23,0cm, correspondendo a 7% do peso do fruto. A coloração da casca varia do amarelo claro ao amarelo e da polpa amarelo intenso, superior ao Cayenne e mais atrativa na aparência que o pérola (Figura 11). O teor de sólidos solúveis (açúcares) foi de 15,6 °Brix, dentro da faixa considerada adequada para consumo *in natura* e indústria que é de 14 a 16 °Brix. O valor de acidez variou entre 3,9 a 5,0%.

Em relação às características da planta, esta apresenta número de folhas de 45 por planta e folha com comprimento médio de 72,0cm, com espinhos nos bordos. O diâmetro da planta foi de 1,67m (porte médio) e altura de inserção do fruto na planta de 33,5cm indicando que esta variedade não apresenta problemas de tomabamento. O número de filhotes (estruturas de propagação vegetativa) por planta variou de 10 de 12, revelando elevada prolificidade e conferindo vantagem comercial do abacaxi Turiaçu pela maior facilidade de multiplicação.

De acordo com Albuquerque (Informação Pessoal, 2003), outras diferenças observadas no abacaxi Turiaçu em relação ao Pérola são: os olhos (citratriz pistilar dos frutinhos) são mais proeminentes, o que pode facilitar o descacamento e maior rendimento de polpa; presença de micro-brotações na forma de mudinhas na base da coroa; e coloração verde-violácea das folhas terminais quando a planta encontra-se no estágio de florescimento.

PROPAGAÇÃO: é feita por meio de quatro tipos de mudas, tiradas da própria planta: coroa, filhote, filhote-rebentão e rebentão. As mudas mais utilizadas do abacaxi Turiaçu são do tipo filhote (Figura...), produzidas em maior quantidade, que surgem na base do pedúnculo do fruto e que devem ter comprimento superior a 20 cm. Caso o tamanho não seja o adequado para plantio, as mudas devem permanecer na planta após a colheita do fruto, por um período de 60 a 90 dias. As mudas devem passar por uma seleção rigorosa, retiradas de plantas sadias, que não tenham sido atacadas por pragas (especialmente a cochonilha) e doenças (principalmente a fusariose).



Figura 11. Frutos das duas principais variedades cultivadas no Maranhão: à esquerda, abacaxi 'Turiaçu' e à direita, 'Pérola'.

PROPAGAÇÃO: realizada por meio de quatro tipos de mudas, retirados da própria planta: coroa, filhote, filhote-rebentão e rebentão. As mudas mais utilizadas são do tipo filhote, que dão no pedúnculo do abacaxi, com comprimento superior a 20 cm. As indústrias que têm plantações preferem usar as coroas, que dão plantas mais homogêneas. As mudas devem passar por uma seleção rigorosa, tiradas de frutos sadios, de plantas que não tenham sido atacadas por pragas (especialmente a cochonilha) e doenças (principalmente a fusariose).

UTILIZAÇÃO: o fruto do abacaxizeiro é muito apreciado, não só pelas suas qualidades organolépticas (sabor e aroma) mas também pelo seu elevado valor nutritivo e baixo teor calórico. Pode ser utilizado para consumo industrial, principalmente compota de rodela e consumo ao natural. Outras alternativas de consumo são em forma de suco, inclusive o concentrado e congelado, geléias, doces, sorvetes e outros produtos.

Na medicina caseira é preconizado contra a bronquite e o catarro das mucosas tendo ação benéfica sobre os intestinos, acidez estomacal e eficácia contra a retenção da urina e dores nos rins.

Tanjaroa (*Citrus reticulata* Blanco)

FAMÍLIA: Rutaceae

SINONÍMIA: tanja, tangerina comum, tangerina-de-rosário.

OCORRÊNCIA: As tangerinas se originaram, provavelmente, no Nordeste da Índia ou no Sudeste da China. As plantas cítricas foram introduzidas no Brasil, segundo Moreira & Moreira (1991), pelas primeiras expedições colonizadoras, provavelmente na Bahia, tanto que já existiam laranjais ao longo do litoral brasileiro no ano de 1540. A mais antiga referência a esse respeito menciona a presença de cítricos em produção na região de Cananéia, litoral sul de São Paulo, naquela data.

Para as tangerinas, são citados um total de 36 espécies, divididas em 5 grupos taxonômicos. Destas 36 espécies, são reconhecidas somente 4 espécies comerciais: *Citrus deliciosa* (Mexerica-do-rio), *Citrus nobilis* (tangerina King), *Citrus unshiu* (tangerina Satsuma) e *Citrus reticulata*, sendo que nesta última estariam posicionadas todas as outras espécies e/ou tipos. No Brasil, a espécie mais importantes é *Citrus reticulata*, grupo da tangerina 'Poncã', principal variedade cultivada no Estado de São Paulo e Região Sudeste. Na seqüência, destacam-se as variedades 'Murcote' (híbrido), 'Cravo' e 'Mexerica do Rio'.

Dentre os citros existente no Maranhão destaca-se a 'Tanjaroa', do grupo das tangerinas, possivelmente pertencente à espécie *Citrus reticulata* Blanco (Araujo, 1999) conforme demonstrado na Figura 12 a seguir.

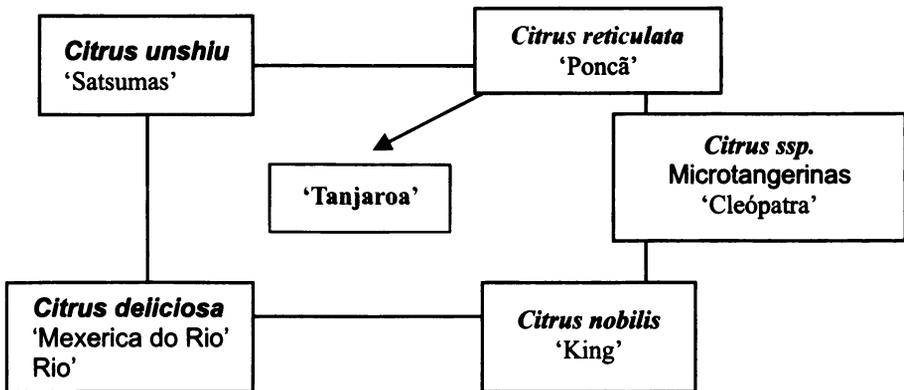


Figura 12. Provável posição taxonômica da 'Tanjaroa' em relação aos cinco grupos principais de tangerinas.

Além da Tanjaroa, outra espécie que ocorre em grande frequência é o 'Limão-do-Rio' ou 'Limão-Rugoso-do Maranhão' (*Citrus* sp.), possivelmente pertencente ao grupo do Limão Rugoso (*Citrus jambhiri* Lush.), distribuído em todo o estado mas cuja origem é desconhecida. Apresenta frutos grandes (250 a 300g), casca espessa e fortemente amarela.

No mesmo sentido, não se conhece ao certo a origem da 'Tanjora' ou em que época ou de que local teria ocorrido sua introdução no estado. As maiores populações naturais desta variedade são observadas na Região de Rosário e na Baixada Ocidental Maranhense. Contudo, devido a fácil e indesejável propagação por sementes, encontra-se distribuída em todo o Maranhão.

A propagação por sementes conduz a uma grande variação genética e morfológica dos descendentes, particularmente nas plantas cítricas que apresentam elevada taxa de fecundação cruzada. No mesmo sentido, o grande número de sementes em algumas variedades como ocorre na Tanjaroa e a ocorrência do fenômeno da poliembrionia, podem ter contribuído para a rápida distribuição da variedade 'Tanjaroa' e fixação de fenótipos melhor adaptados. Esse processo, porém, é continuado, já que a totalidade dos plantios é constituído de pés francos (plantas originadas de semente). Dessa forma, há possibilidade de identificar e selecionar fenótipos com características superiores, dentro do universo de "variabilidade" apresentada pela espécie na condição "in situ".

A 'Tanjaroa' é muito cultivada na região de Rosário, apresentando relativa importância como atividade sócio-econômica e também alimentar. A boa qualidade nutricional do fruto (teor de vitamina de C, açúcares, sais minerais e fibras), comum a maioria dos cítricos, além do excelente sabor, a torna bastante popular no mercado consumidor maranhense. Tais características não podem ser desprezadas especialmente em se tratando da carência alimentar na população mais pobre, acrescentando-se que o seu cultivo é realizado exclusivamente por agricultores familiares, de baixa renda (Figura 13 e 14).



Figura 13. Aspecto de uma planta de Tanjaroa exibindo elevada carga de frutos (detalhe das escoras), em estágio de maturação completa.



Figura 14. Fruto da seleção 3TS3 identificada no município de Presidente Juscelino. Observe-se a presença de manchas na casca predominantemente verde, mas com polpa de boa coloração para o padrão de tangerinas tropicais.

Segundo Vieira (2000), que realizou diagnóstico da situação da 'Tanjaroa' na Região de Rosário, a população média aproximada de 'Tanjaroa' na área amostrada (municípios de Rosário, Presidente Juscelino, Axixá e Bacabeira), foi de 40,6 plantas/propriedade, confirmando observações feitas por Araujo (1999). De maneira geral, a produtividade observada por planta de tanjaroa nos municípios analisados é muito baixa, sendo que Rosário obteve a maior produtividade média com 400 frutos/planta variando de 40 a 1000 frutos por planta. Estes números demonstram que os pomares não tem expressão comercial, sendo mais apropriado dizer-se que são "quintais domésticos" ou "quintais agroflorestais", tendo em vista a ocupação dos espaços por plantas de usos múltiplos a exemplo da Andiroba.

A predominância de plantas propagadas por semente (pé-franco), é outro indicador do baixo nível tecnológico da cultura (Vieira, 2000). Por outro lado, o sistema agroflorestal adotado permite ao produtor, de forma espontânea, conservar plantas que considere de interesse econômico, evitando o risco de extinção de materiais superiores. Esse repositório genético, contudo, deve ser melhor explorado pela pesquisa, especialmente a seleção de clones potencialmente produtivos, sadios e com frutos de qualidade diferenciada, de modo a dar sustentabilidade técnica à cultura.

Embora o cultivo da 'Tanjaroa' se encontre em franco declínio por razões diversas, que passam pela inexistência de ações de pesquisa e de assistência técnica, ao desestímulo (financeiro) do produtor, existe um razoável potencial a ser explorado com a cultura na região de Rosário e outros locais do estado, que não pode e não deve ser desperdiçado.

CLIMA E SOLO: de uma maneira geral, as plantas cítricas são adaptadas ao clima subtropical, especialmente laranjas, tangerinas e híbridos. Algumas variedades de limão (lima ácida Tahiti), pomelos (grapefruits) e tangerinas como a Mexerica-do-Rio e a Tanjaroa apresentam bom comportamento produtivo em condições tropicais. A faixa de temperatura média adequada aos diversos citros varia de 22 a 30 °C, com o ideal ao redor de 25 °C. A tanjaroa é uma variedade tropical e na região de Rosário a média anual é de 27 °C, enquanto a distribuição de chuvas é concentrada no período de janeiro a junho, com total anual acima de 1.500mm.

A fenologia da planta está perfeitamente sincronizada com o período chuvoso. O florescimento é intenso e ocorre com as primeiras

chuvas de dezembro e principalmente de janeiro, enquanto o período de desenvolvimento e maturação do frutos se completa entre junho e julho. A colheita se concentra nos meses de junho, julho e agosto, podendo chegar até setembro, portanto, coincidindo com o final da safra da tangerina Pocã do Sudeste. Após a colheita e nos meses que se seguem, as plantas, embora adaptadas, ficam submetidas a longo período de déficit hídrico. A coloração da casca dos frutos é predominante verde, salvo em estágio de maturação avançada, devido a ausência de variação de temperatura diurna e noturna. A ocorrência de temperaturas mais baixas durante a noite, seria requerida para induzir a síntese de pigmentos carotenóides.

Os solos das regiões onde dá-se o cultivo da Tanjaroa é classificado como Argissolo Quartzoarênico, de baixa fertilidade natural, ácidos, rasos e mal drenados. Por tratar-se de plantas perenes, o primeiro fator a considerar-se na escolha do local de plantio é a profundidade do solo e sua qualidade física, antes mesmo da preocupação com a qualidade química que pode ser corrigida. O excesso de chuvas na região associado a má drenagem do solo, tem causado grande mortalidade de plantas devido ao ataque de gomose de *Phytophthora*. A Tanjaroa plantada de pé-franco tem se mostrado suscetível a essa doença. Neste caso, recomenda-se o uso de plantas enxertadas sobre porta-enxertos resistentes.

DESCRIÇÃO: as plantas são de porte alto, atingindo a altura de até 7,0m (típicas de pés-francos), com forte características juvenis (presença agressiva de espinhos nos ramos e grande vigor). O porte elevado dificulta a colheita e os tratos culturais. No município de Bacabeira, verificou-se exemplar com idade superior a 50 anos, sendo que em média 60% da população amostrada tinha idade igual ou superior a 20 anos, fato que demonstra grande longevidade. A produtividade variou de 400 a 3.500 frutos por planta, variação essa que afeta o peso e a qualidade do fruto de um ano para outro, em razão da alternância de produção. O peso médio dos frutos, levando em conta o estudo realizado por Silva (2001), de 11 seleções de Tanjaroa na Região de Rosário nos anos de 2000 e 2001, foi de 120g (Figura 15).

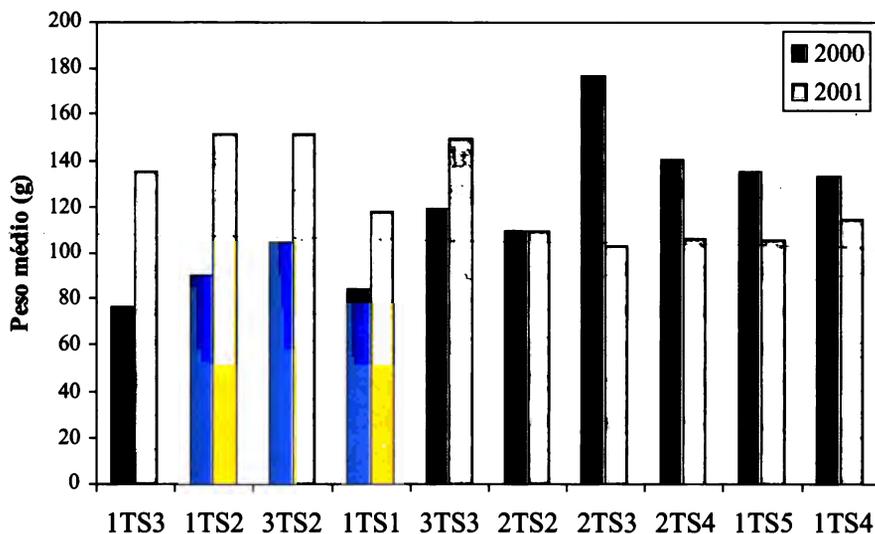


Figura 15. Variação de peso de frutos de seleção de tanjaroa da região de Rosário - MA. São Luís, MA, 2001.

As principais características físicas e químicas dos frutos de Tanjaroa são descritas por Silva (2001), em valores médios: diâmetro longitudinal e transversal de 5,8cm, resultando num índice de conformação de 1,0 (formato esférico), diferindo da tangerina poncã cuja forma é oblata (largura maior que comprimento); espessura da casca de 3,1mm; teor de suco de 34,1%; número de sementes em torno de 15 por fruto e número de segmentos (gomos) entre 9 e 10. A coloração da casca é predominante verde com laivos amarelados e da polpa varia entre o amarelo claro ao laranja forte. O teor de sólidos solúveis totais ficou em torno de 10 °Brix, valor semelhante da variedade comercial Poncã, e a acidez em 1,24%. De um modo geral, as seleções 2TS3 e 3TS3 acumularam os melhores índices em termos de peso médio, tamanho e forma, coloração da casca e polpa, rendimento de suco e teor de sólidos solúveis totais.

PROPAGAÇÃO: a forma de propagação recomendada para as plantas cítricas é a vegetativa, por meio de enxertia. No caso da Tanjaroa, até que a pesquisa confirme outras variedades promissoras, recomenda-se que as plantas sejam enxertadas nos porta-enxertos tangerina Cleópatra, citrumelo Swingle e limoeiro Cravo (medianamente suscetível a gomose), na proporção de 25%, 25% e 50%, respectiva-

mente. Os porta-enxertos devem apresentar sementes poliembriônicas para assegurar fidelidade genética em relação à planta mãe e maior uniformidade dos seedlings no viveiro.

UTILIZAÇÃO: a Tanjaroa é muito popular no mercado maranhense, inclusive em São Luís, de forma que a produção atual, quase sempre oriunda dos quintais domésticos, não atende a demanda dos consumidores. O fruto de Tanjaroa pode ser consumido *in natura* e na forma de suco. A possibilidade de obtenção da polpa e produção de suco concentrado congelado deve ser investigada, caso a produção local atinja uma escala suficiente.

Cajazinho (*Spondias mombin* L.)

FAMÍLIA: Anacardiaceae

SINONÍMIA: taperebá (Região Amazônica), cajá (Nordeste) cajá-mirim (Sul), cajá-verdadeiro. No Maranhão, a denominação comum é cajazinho em alusão ao pequeno tamanho do fruto se comparado ao cajá-manga ou cajarana (*Spondias dulcis* Park.).

OCORRÊNCIA: dispersa em toda a América Tropical, sendo provavelmente originária da Amazônia. Como centro de diversidade estão a Amazônia Ocidental e a Mata Atlântica, o Estado do Acre e nas regiões limítrofes do Peru e da Bolívia. Encontra-se distribuído em todo o Brasil. Na Amazônia é mais comum na mata de terra firme e de várzea. No Maranhão o cajazinho encontra-se disperso em vários ambientes, desde a vegetação nativa, capoeiras até áreas habitadas, neste caso de forma subespontânea. Sua ocorrência também é muito comum nos quintais domésticos da zona rural ou das áreas periféricas das cidades. Nas cidades do interior é comum utilizar os ramos (20 a 30cm de diâmetro) como mourão para cerca nos limites dos terrenos, que após seu enraizamento e crescimento, dão origem a árvores frondosas que propiciam sombra e oferta de frutos.

Na ilha de São Luís, os frutos são ofertados em maior quantidade de janeiro a maio, durante a estação chuvosa. A planta é parcialmente caducifolia e nos meses de outubro a novembro, as folhas caem, ocorrendo o florescimento em seguida. Uma planta adulta chega a produzir de 1.500 a 2000 frutos.

Em nível local, há necessidade de se realizar a seleção de clones superiores de cajazinho, com vistas à melhoria das características da planta e do fruto, especialmente o rendimento de polpa e o teor de

vitamina C e de açúcares. O teor de vitamina C é baixo, ao redor de 11,0mg/100g de polpa. O porte elevado da planta pode ser reduzido com a aplicação de podas, prática cultural normalmente não realizada.

CLIMA E SOLO: as cajazeiras são muito exigentes quanto ao clima. Desenvolvem-se na maior parte do Brasil, em climas úmidos e subúmidos, quentes e temperado-quentes. Os solos preferidos são os sílico-argilosos profundos, permeáveis e com boa umidade, ao mesmo tempo que resistem a longos períodos de seca, o que permite sua adaptação a diferentes ambientes.

DESCRIÇÃO: árvore de porte médio a alto, até 30m de altura, galhos a partir de 3-5m do solo, formando copa espreada de até 15m de diâmetro, tronco revestido de casca espessa, rugosa e fissurada, com projeções rombudas, espiniformes. Folhas compostas com cerca de 30 a 70cm de comprimento; folíolos, 9 a 15 pares, elípticos, 5 a 10cm de comprimento, acuminados no ápice e assimétricos ou truncados na base. Inflorescências em panículas terminais, com flores diminutas, polígamas. O fruto é uma pequena drupa elipsóideia de 3-4cm de comprimento, como peso médio de 12g (35% de polpa), casca fina, lisa, de cor amarelo-alaranjado, polpa sucosa, doce acidulada, de sabor e cheiro muito agradáveis; endocarpo espesso, súbero-lenhoso, com 5 lóculos contendo uma semente.

PROPAGAÇÃO: a propagação do taberebá pode ser feita principalmente por sementes e por estacas. Por enxertia, métodos mais utilizados são o de garfagem em fenda cheia ou fenda lateral. Os porta-enxertos utilizados, além do próprio cajazinho, são o umbu (*Spondias tuberosa* Cam.) e o cajá-manga (*Spondias dulcis* Park.). No entanto, a propagação por estacas tipo tanchão (comprimento de 60 a 80cm e 15 a 20cm de diâmetro) propiciam grande produtividade na formação de mudas, além de garantir a preservação das características da planta matriz. A utilização de estacas maiores ou ramos diretamente no local de plantio também é viável.

UTILIZAÇÃO: a polpa é muito utilizada para suco, néctar, sorvete, geléia, compota, vinho e licor, sendo pouco consumida ao natural devido a sua elevada acidez e baixa percentagem de polpa.

Outras Espécies

A diversidade de espécies no Meio-Norte e no Maranhão se completa com a ocorrência de outras fruteiras nativas consideradas de

importância secundária, em que relaciona-se dentre outras, uma lista de 26 espécies: Bacuripari (*Rheedia macrophylla* (Mart.) Planch. & Triana) - Clusiaceae, Bacurizinho ou Bacuri Panã (*Rheedia acuminata* (Ruiz & Pavon) Planch. & Triana) - Clusiaceae, Goiaba araçá (*Psidium acutangulum* DC) - Myrtaceae, Cajuí (*Anacardium giganteum* Hanc. ex Engl.) - Anacardiaceae, Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) - Caesalpinaceae, Jenipapo (*Genipa americana* L.) - Rubiaceae, Muricido-Cerrado (*Byrsonima verbascifolia* Rich.) - Malpighiaceae, Araticum (*Annona crassifolia* Mart.) - Annonaceae, Araticum-do-Brejo (*Annona glabra* L.) - Annonaceae, Mejuba ou Amejú (*Duguetia marcgraviana* Mart.) - Annonaceae, Ananás ou Abacaxi Nativo (*Ananas ananassoides* L. B. Smith), Limão-Rugoso-do-Maranhão ou Limão-do-Rio (*Citrus* sp.) - Rutaceae, Taturubá ou Cutite (*Pouteria macrophylla* Lam.) - Sapotaceae, Anajá ou Inajá (*Maximiliana maripa* (C. Serra) Drude, Bacaba-de-Leque (*Oenocarpus distichus* Mart.) - Arecaceae, Pitomba (*Talisia esculenta* (St. Hil.) Radlk. - Sapindaceae, Tucum ou Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) - Arecaceae, Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) - Apocynaceae, Ingá-cipó (*Inga edulis* Benth.) - Leguminosae, Ingá-mirim (*Inga* sp.) - Leguminosae, Gabiroba (*Compomanesia cambessedeanana* Berg.) - Myrtaceae, Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) - Caryocaraceae, Macaúba (*Acrocomia aculeata* Mart.) - Arecaceae, Sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) - Lecythidaceae, Camapu (*Physalis angulata* L.) - Solanaceae e Marajá (*Bactris maraja* Mart.) - Arecaceae. A nomenclatura botânica adotada foi baseada especialmente em Cavalcante (1996), EMBRAPA (1994) e EMBRAPA (1996).

Essas fruteiras podem ser exploradas sob múltipla finalidade: aproveitamento direto de seus frutos para consumo como já vem ocorrendo de forma extrativista, obtenção de lenha pela poda seletiva de ramos e de plantas e pela utilização de suas sementes visando a formação de porta-enxertos para espécies mais cultivadas e botanicamente afins. Como exemplo, pode-se citar o uso do bacuripari e do bacurizinho como porta-enxertos para o bacuri ou a utilização do araticum e do araticum-do-brejo como porta-enxertos para graviola e ata, possibilidades essas ainda sob estudo.

Perspectivas de Aproveitamento e Exploração

A fruticultura é uma atividade grande empregadora de mão-de-

obra e geradora de renda, com o potencial de ser mais sustentável que outras atividades ligadas à agricultura. Portanto, o desenvolvimento da fruticultura no Meio-Norte é considerado desejável, tanto em sistemas convencionais, quanto em sistemas agroflorestais.

De acordo com a Embrapa (1996), a geração de tecnologias adequadas à produção, industrialização e seleção de variedades que atendam às exigências do mercado, entre outros, são fatores essenciais para conduzir as fruteiras da região Amazônica a uma posição privilegiada, possibilitando a inserção de novas culturas tropicais decorrentes da domesticação de espécies nativas. Contudo, a evolução da fruticultura regional está condicionada ao desenvolvimento de alternativas que assegurem a produtividade dos agroecossistemas, sem perder de vista a sustentabilidade.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, D. B. Caracterização biométrica e físico-química do abacaxizeiro Turiaçu (*Ananas comosus* L. Merrill). São Luís, 2000, 49p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís.

ARAUJO, J.R.G. Potencialidades da Tanjaroa. Relatório sobre Expedição Técnica à Gerência de Desenvolvimento Regional de Rosário. São Luís: UEMA-GEPLAN, 1999. 7p. (Mimeogr.)

ARAUJO, J.R.G. Caracterização química, bioquímica e horticultural de microtangerinas de valor potencial como porta-enxertos. Botucatu, 1998. 155p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

CALZAVARA, B. B. G.; MULLER, C. H.; KAHAWAGE, O. N. C. Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro; cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém-CPATU, 101p. 1984 (EMBRAPA-CPATU, Documentos, 32).

CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUSA, L. F. S. O abacaxizeiro. Cultivo, agroindústria e economia – Brasília: Embrapa, 480p. 1999.

CAVALCANTE, P. B. Frutas comestíveis da Amazônia 6ª edição – Belém: CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. 279p.

DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE A.A. Frutas Brasileiras. Jaboticabal: Novos Talentos, 2002. 288p.

EMBRAPA. Frutas nativas dos Cerrados. Brasília: EMBRAPA-CPAC; EMBRAPA-SPI, 1994. 166p.

EMBRAPA. Fruteiras da Amazônia. Brasília: EMBRAPA-SPI: Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. 204p.

MÜLLER C. H. et al. A cultura do cupuaçu. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. (EMBRAPA-SPI. Coleção Plantar, 23).

CARVALHO, M. J. A. A inserção da fruticultura na região de Balsas como alternativa sócio-econômica à monocultura da soja. São Luís, 2002, 43p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual do Maranhão.

NOGUEIRA, O. L. et al. A Cultura do açaí. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. (EMBRAPA-SPI. Coleção Plantar, 26).

OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Jaboticabal: Funep, 2000, 42p. (Série Frutas Nativa, 4).

SACRAMENTO, C. K. DO; SOUZA, F. X. Cajá (*Spondias mombin* L.). Jaboticabal: Funep, 2000, 22p. (Série Frutas Nativa, 7).

SANTANA, E. S. Influência de diferentes concentrações de ácido sulfúrico e tempos de imersão na quebra de dormência de sementes de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich). São Luís, 2002, 42p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual do Maranhão.

SILVA, C. C. Caracterização e avaliação de frutos de seleções de 'Tanjaroa' (*Citrus* sp.), da Região de Rosário – MA. São Luís, 2001, 41p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual do Maranhão.

SOUZA, V. A. B et al. Bacurizeiro. Jaboticabal: Funep, 2000. 72p. (Série Frutas Nativa, 11)

SOUZA, M. A. Enraizamento de estacas de secção radicular de bacurizeiro (*Platonia insignis*, Mart), sob influência de ácido indolbutírico

e substratos. São Luís, 2000, 31p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual do Maranhão.

VIEIRA, K. M. T. Diagnóstico da situação da cultura da Tanjaroa na região de Rosário-MA. São Luís, 2000, 45p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Maranhão.

LEMOS, J. J. Níveis de degradação no Nordeste Brasileiro. 1.ed. Fortaleza: IGEPA, 2001. 26p.

MOURÃO, K.S.M., BELTRATI, C.M. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae). II. Morfo-anatomia dos frutos e sementes maduros. *Acta Amazônica*, v.25, n. 1/2, p.33-46, 1995 (a)

MOURÃO, K.S.M., BELTRATI, C.M. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae). III. Germinação e plântulas. *Acta Amazônica*, v.25, n. 1/2, p.47-53, 1995(b)

MORAES, V.H.F. et al. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. *Angew. Bot.*, v. 68, 47-52, 1994.

CALZAVARA, B.B.C. Fruteiras: abieiro, abricozeiro, bacurizeiro, biribazeiro, cupuaçuzeiro. Belém: IPEAN. *Série Culturas da Amazônia*, v.1, n.2, p45-84, 1970.

CLEMENT, C. R. et al. Fruteira nativas e exóticas. In: NODA, H. et al. (Eds.). *Duas décadas de contribuições do INPA à pesquisa agrônômica no trópico úmido*. Manaus: INPA, 1997. p.111-129.

OLIVEIRA, L. R. C. Uso, manejo, conservação e importância sócio-econômica da juçara (*Euterpe oleraceae* Mart.; *Palmae*) na Ilha de São Luís, Maranhão. São Luís, 2003, 102p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maranhão.

Diagramação, fotolitos e impressão:



Estação Produções Ltda.

Publicidade / Gráfica / Bureau de Fotolito

Rua Alfa Crucis, 28 - Recanto dos Vinhais
Fone/Fax: (0xx98) 236-9177
São Luís/MA





**Universidade Estadual
do Maranhão - UEMA**



*Programa CT&I EM APOIO A
AGRICULTURA FAMILIAR*



FAPEMA
Fundação de Apoio à Pesquisa
do Estado do Maranhão

