



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

ADUBOS VERDES PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM GUANANDI CULTIVADO EM VÁRZEA E TERRAÇO FLUVIAL

Antonio Carlos Pries Devide

Discente

Revisão de literatura para qualificação ao nível de
Doutorado no Curso de Pós-Graduação em
Fitotecnia - Área de Concentração Agroecologia.
Pesquisador Dr. José Guilherme Marinho Guerra
Tema: Adubação Verde em Sistemas Agroflorestais.

Seropédica,

13-05-2013

ÍNDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 3 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 5 |
| 2.1 | Sistemas Agroflorestais | 5 |
| 2.2 | Caracterização do Vale do Paraíba do Sul | 9 |
| 2.3 | O Guanandi (<i>Calophyllum braziliense</i>) | 10 |
| 3 | ADUBAÇÃO VERDE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: Estado da arte | 11 |
| 4 | CARACTERIZAÇÃO DE ADUBOS VERDES PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM GUANANDI | 16 |
| 4.1 | Adubos verdes herbáceos | 16 |
| 4.1.1 | Amendoim forrageiro (<i>Arachis pintoi</i>) | 17 |
| 4.1.2 | Calopogônio (<i>Calopogonio muconoides</i>) | 18 |
| 4.1.3 | Labelabe (<i>ABLABE</i>) | 19 |
| 4.1.4 | Cudzu tropical (<i>Pueraria phaseoloides</i>) | 19 |
| 4.1.5 | Feijão de porco (<i>Canavalia ensiformis</i>) | 20 |
| 4.1.6 | Crotalárias (<i>Crotalaria</i> sp.) | 20 |
| 4.1.7 | Paquinha (<i>Aschenomene</i> spp.) | 20 |
| 4.2 | Adubos verdes arbustivos | 21 |
| 4.2.1 | Guandu (<i>Cajanus cajan</i>) | 21 |
| 4.2.2 | Tefrósia (<i>Tefrosia</i> spp.) | 22 |
| 4.2.3 | Flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) | 23 |
| 4.2.4 | Margaridão (<i>Tithonia diversifolium</i>) | 23 |
| 4.3 | Adubos verdes arbóreos | 24 |
| 4.3.1 | Gliricídia (<i>Gliricidia sepium</i>) | 25 |
| 4.3.2 | Sesbânia (<i>Sesbania sesban</i>) | 26 |
| 4.3.3 | Ingá (<i>Inga</i> sp.) | 26 |
| 4.3.4 | Eritryna (<i>Eritryna</i> sp.) | 27 |
| 4.3.5 | Anjico-preto (<i>Anadenanthera colubrina</i>) | 28 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 29 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 29 |

RESUMO

A Mata Atlântica é um complexo de ecossistemas com elevada diversidade biológica; um dos biomas mais ameaçados do mundo pelas agressões às florestas; uma das cinco regiões do planeta de maior prioridade para a conservação. Em Pindamonhangaba, SP, vem sendo realizado experimentos de conversão agroflorestal de áreas de plantio de Guanandi (*Calophyllum brasiliense*) em várzeas e terraços fluviais. O objetivo desse trabalho é buscar alternativas menos impactantes, rentáveis e com potencial de contribuição à conservação ambiental, com a seleção de adubos verdes adaptados regionalmente para compor os sistemas agroflorestais (SAFs). Os SAFs estão ajudando a restaurar a Mata Atlântica resgatando a vocação agrícola da Fazenda Coruputuba. Essa revisão bibliográfica contém relatos de experiências com adubação verde em SAFs, como subsídio ao planejamento agroflorestal focado no consórcio com o guanandi. Apresenta a caracterização física da região, dos mecanismos de adaptação do guanandi à inundação do solo - ênfase na ecofisiologia -, aborda o estado da arte do emprego da adubação verde em SAFs em diversas regiões, principalmente, porque são escassos os relatos do manejo agroflorestal no Vale do Paraíba. Por fim, são elencadas algumas espécies para compor os sistemas em desenvolvimento. Na várzea, foram introduzidas a herbácea paquinha, a arbustiva flemíngia e as arbóreas sesbânia, ingá, eritrina e anjico preto. No terraço, o guandu está consorciado com as mesmas espécies arbóreas instaladas na várzea, excessão para sesbânia. É possível introduzir outras espécies para adubação verde, tais como as reptantes - amendoim/várzea e cudzu/terraço - para cobertura perene do solo ocupando todos os estratos da sucessão. Esse trabalho é apenas um resumo, existe ainda um elenco muito diverso de espécies nativas e exóticas não relacionadas que podem compor os SAFs no Vale do Paraíba.

Palavras chave: agricultura orgânica, agroecologia, Mata Atlântica, restauração ambiental, Vale do Paraíba.

1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um complexo de ecossistemas com elevada diversidade biológica; um dos biomas mais ameaçados do mundo pelas agressões nas florestas. O Corredor da Serra do Mar está entre as cinco regiões do planeta de maior prioridade para a conservação (hotspots) (LINO et al., 2007). São mais de 20 mil espécies nativas brasileiras catalogadas (AYRES et al., 2005); porém, raros são os relatos científicos sobre a utilização dessas espécies em projetos de reflorestamento comercial, favorecendo com que se priorize o uso de exóticas (BUTTERFIELD e FISHER, 1994).

A região Sudeste do Brasil está inserida no bioma Mata Atlântica onde se concentra o consumo de madeiras nativas, atualmente, provenientes da floresta amazônica. Da totalidade das plantações florestais comerciais no estado de São Paulo até o ano 2000, 79,4% era composta de *Eucalyptus* spp. e 20,6% de *Pinnus* sp. (KRONKA et al. 2003) para papel e celulose. No Vale do Paraíba do Sul a produção do eucalipto atingiu níveis críticos em diversos municípios, exacerbando diferenças sociais e problemas ambientais. Por outro lado, o crescente desmatamento das florestas tropicais e a diminuição da oferta de produtos aumentam a demanda por madeiras nobres, favorecendo empreendimentos particulares com o plantio de espécies nativas de alto valor comercial (PIOTTO, 2010), trazendo consigo diversos benefícios ambientais (NAVARRO, 2007) e um incremento no valor da produção florestal.

Em Pindamonhangaba, SP, na Fazenda Coruputuba, localizada no eixo Rio-São Paulo (22°54'23,7"S 045° 23'13,1"W, 517m), desde o ano 2006 empreendedores tradicionais de papel e celulose plantaram o Guanandi na várzea e terraço fluvial (terra alta). No ano 2011, deu-se início ao projeto de pesquisa "Biodiversidade na produção agroflorestal de guanandi (*Calophyllum braziliense*)", instalando dois experimentos para a conversão dessas áreas em sistemas agroflorestais (SAFs), reduzindo os riscos econômicos e possíveis impactos à qualidade da água e à conservação dos habitats naturais, avaliando o efeito da diversificação de cultivos no desenvolvimento do guanandi nos dois ambientes.

Nesse projeto, foram instaladas dois experimentos contendo o guanandi solteiro e consorciado com culturas anuais e em SAFs. Os plantios de guanandi foram realizados no ano de 2007 (várzea) no espaçamento 3x3m, em rotação com arroz irrigado; e no ano de 2008 (terraço) no espaçamento 3x2m em rotação ao eucalipto.

Foram demarcadas em blocos ao acaso em cada ambiente 24 parcelas de quatro linhas de guanandi contendo oito plantas na linha e oito repetições. A diversificação de cultivos foi analisada através de três tratamentos: 1. Guanandi solteiro; 2. Guanandi consorciado com cultura anual; 3. Guanandi em sistema agroflorestal. Em jul./2011 foram introduzidas espécies consortes adaptadas a cada ambiente, tendo em comum: bananeira BRS Conquista e palmeira juçara (*Euterpe edulis*). Para a diversidade arbustiva dos SAFs, na várzea foram manejadas as leguminosas: sesbânia (*Sesbania virgata*) e paquinha (*Aeschynomene rudis*), e flemíngia (*Flemingia macrophylla*) introduzida em 2012 substituindo à paquinha. Inicialmente, foi cultivada a medicinal artemísia (*Artemisia annua*), que não se adaptou, sendo substituída no ano de 2012 por taro (*Colocasia esculenta*). No terraço, plantou-se o guandu (*Cajanus cajan*) com mandioca 'ouro' IAC 6-01, realizando a rotação com araruta (*Marantha arundinaceae*) no ano de 2012. As espécies florestais selecionadas ocorrem naturalmente nos dois ambientes: sangra d'água (*Croton urucurana*), aroeira (*Schinus terebinthifolius*), mamica-de-porca (*Zantoxylum rhoifolium*), ingá (*Inga uruguensis*), embirussú (*Pseudobombax grandiflorum*), suinã (*Erythrina verna*), ipê-amarelo-do-brejo (*Tabebuia serratifolia*), anjico preto (*Anadenanthera colubrina*), pinha-do-brejo (*Talauma ovata*), cutieira (*Joannesia princeps*), urucum (*Bixa oleraceae*) e guapuruvú (*Schizolobium parahyba*). A importância das culturas anuais está na geração de renda em um ciclo curto. A mandioca e araruta, também, pelo resgate histórico, pois a euforbiácea foi substituída nos anos 1980 pela cultura do eucalipto, e a araruta praticamente extinta no Vale do Paraíba.

Com a introdução de árvores e arbustos, pretende-se intensificar a ciclagem de nutrientes e

obter a cobertura perene do solo, aumentando a biodiversidade e avaliando se haverá melhores condições para o desenvolvimento do guanandi que é considerado secundária tardia. Assim, os sistemas agroflorestais podem se tornar uma das melhores opções para se diversificar a renda, pois se baseiam no consórcio de espécies anuais e lenhosas perenes, compatibilizando a produção de madeira e de alimentos, fixando a mão-de-obra no campo.

Os sistemas agroflorestais agregam benefícios para a biologia da conservação, reabilitando áreas degradadas, protegendo os solos e bacias hidrográficas da erosão, aumentando o sequestro de carbono em relação às áreas degradadas e pastagens, contribuindo para a melhoria do clima e amplificando a biodiversidade (MÉIER et al., 2011).

Entretanto, os SAFs nem sempre revelam sustentabilidade econômica, sendo fundamental pesquisas econômicas incorporando também a valoração ecológica. A venda de serviços ambientais poderia corrigir distorções econômicas tornando os SAFs uma atividade mais atrativa aos produtores rurais (CAMPELLO et al., 2007). Na Costa Rica, um dos mais avançados sistemas nacionais de pagamento para serviços ambientais (PES), criado no ano de 1996 através do fundo de financiamento florestal nacional (FONAFIFO), recebe a coleta seletiva de imposto sobre o consumo de hidrocarbonetos, sendo parte designada por lei para subsidiar atividades florestais. No ano de 2002, estenderam essa aplicação para os sistemas agroflorestais e silvipastoris, de acordo com o número de árvores instaladas por hectare. Nos Estados Unidos, a aceitação dos sistemas agroflorestais ainda é baixa, exceto onde programas de conservação do governo fornecem subsídios aos produtores (FAO, 2003).

Como vantagem do sistema agroflorestal, HILDRETH (2008) destaca a atenuação de problemas ambientais através de vários mecanismos, atraindo cada vez mais participantes interessados em reproduzir a transformação dos benefícios ecológicos em benefícios econômicos, através do aumento da produtividade agrícola e florestal, já percebida em propriedades mais avançadas no desenvolvimento agroflorestal.

Na região do Vale do Paraíba do Sul, ainda não há referências sobre o manejo do guanandi em locais periodicamente inundáveis. Com os SAFs, pretende-se reduzir os custos de produção por meio de receitas de culturas agrícolas e espécies frutíferas, ao longo dos anos, até que o guanandi atinja o ponto de corte. Os SAFs podem eliminar grande parte dos insumos externos através da adubação verde e da ciclagem de nutrientes, reduzindo os custos de produção e conservando o ambiente. A crise econômica elevou os preços dos adubos e commodities no ano de 2009, declinando e retomando o crescimento. Os fertilizantes sintéticos nitrogenados ainda têm a desvantagem do impacto superior no efeito estufa através das emissões de óxido nítrico, que possui densidade superior a do CO₂.

Apesar de se tratar de uma técnica muito antiga, apenas nos últimos vinte anos é que ocorreu um incremento significativo no emprego da adubação verde no Brasil, devido à expansão do sistema de plantio direto (DAROLT & SKORA NETO, 2002) às pesquisas científicas que possibilitaram preconizar a adubação verde e restaurar solos com níveis de degradação acentuados (DORAN & PARKIN, 1994). As plantas leguminosas são importantes para os sistemas agroflorestais e a seleção realizada nesse trabalho levou em consideração a adaptabilidade à região e aos sistemas em desenvolvimento.

Dentre as características desejáveis destacadas por CAMPELLO et al. (2007), estão: rusticidade, o aporte de fitomassa e capacidade de rebrota após sucessivas podas, absorção de nutrientes e a FBN, principalmente. A produção de coprodutos, como mel, frutos, sementes, madeira e resinas e benefícios ambientais, como refúgio e alimento para a fauna. Dentre as estratégias para a seleção de adubos verdes para compor os sistemas agroflorestais com guanandi, levou-se em consideração os seguintes aspectos destacados por ESPÍNDOLA et al. (2004): adaptação às baixadas úmidas (várzeas) e à seca no inverno, ao sombreamento dos SAFs e à baixa fertilidade dos solos.

O objetivo desse trabalho é registrar experiências na seleção e emprego da adubação verde em sistemas agroflorestais, como subsídio à produção do guanandi nos ambientes de várzea e terraço fluvial. É apresentada a caracterização física da região do estudo; revisão sobre os

mecanismos de adaptação do guanandi à inundação do solo, ênfase na ecofisiologia, e o estado da arte do emprego da adubação verde em sistemas agroflorestais, relacionando algumas espécies utilizadas ou que podem ser preconizadas para teste nos sistemas em desenvolvimento, com base em revisão bibliográfica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistemas Agroflorestais

O uso e manejo da terra quando árvores e arbustos são utilizados em associações com cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma área, de maneira simultânea ou em sequência temporal, são denominados genericamente de sistemas agroflorestais (DUBOIS, 1998).

A primeira definição da qual se tem registro sobre os SAFs surgiu com ENGEL (1969), citado por TITO et al., (2011), como sendo um conjunto de componentes unidos ou relacionados de tal maneira que formam uma entidade ou um todo. Outras conotações surgiram e especificidades se destacaram, mas de maneira geral as agroflorestas são consideradas como sendo o consórcio de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas de maneira natural ou planejada pelo homem, ocupando os mesmos espaços, de maneira simultânea ou alternada no tempo, manejadas conforme a finalidade pretendida com o sistema.

Os sistemas são elaborados conforme a estratégia do agricultor para obter a produção agrícola nos estádios iniciais, conservando a floresta (CALDEIRA, 2011), recuperando áreas degradadas, melhorando a fertilidade e a estrutura do solo, preservando a biodiversidade (PENEIREIRO, 1999).

Há SAFs baseados em consórcios de espécies comerciais, aproveitando melhor o espaço e os recursos disponíveis (luz, água e nutrientes), reproduzindo a lógica de sucessão florestal (PENEIREIRO, 2007). Porém, na Europa e em outras regiões, os SAFs são planejados para maximizar os benefícios econômicos. A conservação ambiental baseia-se em aleias de monocultura silvicultural consorciando cultivos de grãos em faixas. Entretanto, é fundamental o manejo apoiado em princípios agroecológicos, tais como a sucessão natural, que pressupõe a biodiversidade e a ciclagem de nutrientes por meio da cobertura permanente do solo, atuando sempre no sentido de aumentar a quantidade e a qualidade de vida consolidada (GÖTSH, 1995).

Os quintais agroflorestais ou *homegardens* são uma modalidade a parte e se destacam por marcar com precisão a influência ancestral de uso do solo (WIESUN et al., 2006). NAIR & KUMAR (2006) pesquisaram a distribuição global dos *homegardens* pelo mundo, estando presentes em um grande número de variações nas Ilhas do Pacífico e na América Central, em maior frequência (Figura 1).

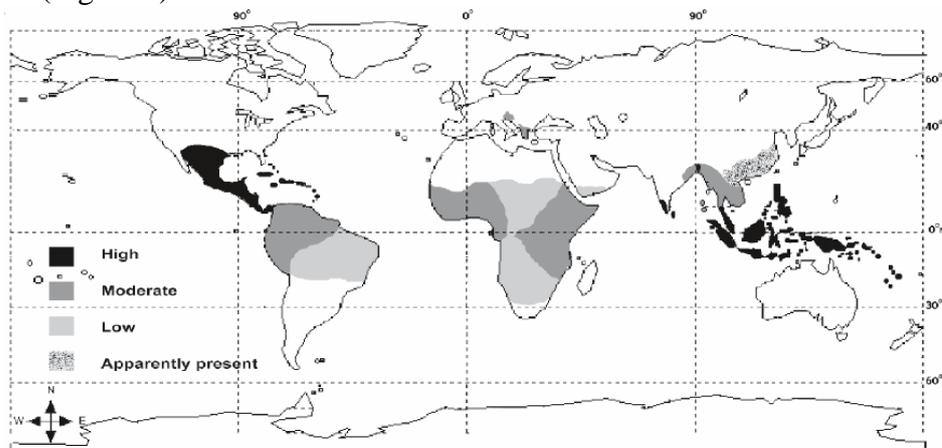


Figura 1. Distribuição global de *homegardens* (quintais agroflorestais).

No Brasil, os sistemas agroflorestais existentes são chamados de regenerativo análogo, que

simula a sucessão natural; o silvibananeiro, que prioriza a bananeira como cultura âncora, mais frequente nos sistemas na Serra do Mar; a cabruca, com o cacau na capoeira; o silvipastoril, baseado no consórcio de criações animais com árvores nativas espontâneas ou introduzidas de maneira planejada – expande-se rapidamente sob a epígrafe de ‘integração lavoura-pecuária-floresta’, e os sistemas multiestratos, com espécies em um arranjo similar ao da sucessão natural de tal modo que todo o espaço vertical seja ocupado.

Para DUBOIS (1996), os SAFs classificam-se de três formas distintas quanto à funcionalidade e estruturação:

- Silviagrícola ou agrossilvicultura: combinam árvores com espécies agrícolas;
- Silvipastoril: combinam árvores com pastos e animais;
- Agrossilvipastoril: combinam o consórcio de animais com o manejo silviagrícola.

Nos sistemas regenerativos, os consórcios são planejados prevendo-se o desenvolvimento simultâneo de espécies pioneiras, secundárias e climácicas. A intervenção baseia-se em práticas de manejo, tais como a capina seletiva, raleamento e poda, que aceleram a sucessão natural e permitem aos produtores controlarem plantas indesejáveis do início do ciclo, selecionando as mais vigorosas e funcionais, permitindo a entrada de luz em maior intensidade, reduzindo a competição interespecífica, aumentando o estoque de carbono e nutrientes do solo via serapilheira formada pelos resíduos da poda.

Nos sistemas agroflorestais sucessionais, na região amazônica, os consórcios se estabeleceram combinando-se plantas similares, realizando o corte das espécies menos vigorosas (PENEIREIRO, 2007). A poda estimula a atividade fotossintética do estrato inferior, que cresce. PENEIREIRO (2007) registrou as considerações de Ernst Götsch sobre os padrões de luminosidade das florestas naturais: para o estrato emergente a cobertura ideal é de 15-25%, no estrato alto de 25-50%, para o médio de 40-60%, o baixo 70-90% e o rasteiro 100%.

VIVAN (1998) descreve o sistema agroflorestal baseado na sucessão natural e na biodiversidade da floresta nativa, como âncoras do Sistema Regenerativo Análogo (SAFRA). Esse modelo se baseia nos processos naturais e na sucessão vegetal. Porém, as árvores em consórcios podem reduzir o rendimento dos cultivos devido à competição por luz, principalmente, sendo fundamental a seleção de espécies florestais para a poda na época adequada (DUBOIS et al., 1996).

Neste sistema multiestrato, as culturas anuais e semiperenes são plantadas no espaçamento recomendado para o cultivo isolado, as arbóreas são preferencialmente inseridas em alta densidade por meio de semeadura direta com o raleamento e seleção das plantas mais vigorosas, enquanto àquelas colhidas e/ou cortadas intensificam a reciclagem de nutrientes.

A poda acelera a disponibilidade de nutrientes, luz e água ao sistema favorecendo a evolução da comunidade vegetal. Nas podas parciais retira-se de 30 a 60 % da copa das árvores e nas totais, cortam-se árvores rentes ao solo ou à altura do peito, dependendo da finalidade, geralmente no início da estação chuvosa, possibilitando vigora rebrota que acelera a reciclagem de nutrientes (TAVARES et al., 2006).

No Brasil, o aspecto regional é determinante no arranjo e composição dos SAFs, demandando a escolha das espécies com base ecofisiológica, resultando em um manejo regionalizado, com sítios de diversidade amplificada pela ação humana específica a cada bioma.

Como exemplo, populações ribeirinhas na região amazônica praticam o manejo agroflorestal nas várzeas respeitando as características do ambiente. Os produtores selecionaram espécies adaptadas à inundação do solo (NODA et al., 2001; CASTRO et al., 2009) e esse sistema passou a ter importante papel na segurança alimentar da população, contendo o impacto da expansão humana sob a floresta; ou seja, em áreas periurbanas se produz alimentos preservando a floresta do corte raso para a pecuária extensiva.

Registros antropogênicos da era pré-colombiana na Bacia Amazônica estão presentes em diversos sítios arqueológicos chamados de Terra Preta de Índio (TPI) ou *Anthropogenic Dark Earth*, descritas no ano de 1866 no livro intitulado *Brazil, the Home for Southerners* (DUNN, 1866). Além de artefatos cerâmicos, os solos apresentam propriedades físicas e químicas especiais que lhes

conferem a cor escura, razão do nome, com elevados níveis de fertilidade (Figura 2). As práticas de manejo do solo afetaram de maneira significativa a quantidade, a composição e as proporções de substâncias húmicas (CUNHA et al., 2009).

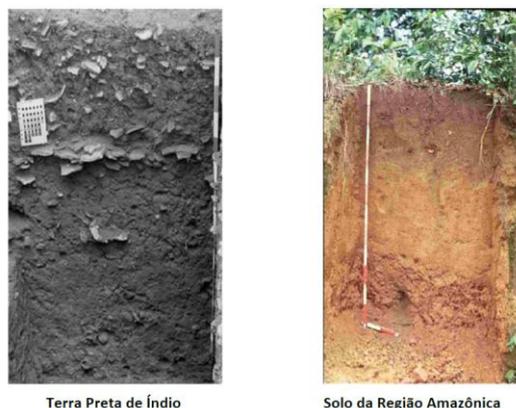


Figura 2. Terra Preta de Índio e Solo da Região Amazônica (REZENDE et al., 2011).

Nas TPI foram observados arranjos funcionais com espécies florestais inseridas em alta densidade em sistema multiestratificado, demonstrando que ali existia numerosa população indígena, que desenvolveu um modelo de subsistência baseado na caça, pesca, extrativismo e no cultivo agroflorestal, incluindo espécies anuais como a mandioca (*Manihot esculenta*) e a araruta (*Marantha arundinaceae*), em consórcio com essências florestais. A presença de vestígios de cerâmica nas TPI indica que essas áreas foram enriquecidas com minerais, carvão e plantas com o mais alto grau de domesticação, além de espécies selvagens ou incipientemente domesticadas (DUNN, 1866; MAJOR et al., 2005), trazidas ou espontâneas.

Esses sítios estão entre os ‘hotspots’ de diversidade devido à elevada densidade de plantas em relação às áreas adjacentes e o notável endemismo (HECKENBERGER et al., 2003); estão em risco porque os agricultores preferem cultivar nos solos de TPI (MAJOR et al., 2005), vistos nos plantios de espécies conhecidas como mais exigentes.

Os castanhais têm origem do plantio sistemático feito por índios da era pré-colombiana. Ao longo de trilhas, percebe-se uma diversidade de espécies frutíferas. A aparência que se tem é que conforme surgem os sítios arqueológicos ao longo dos rios, novas ilhas de diversidade funcional são descobertas, com a dispersão adensada da castanheira (*Bertholletia excelsia*) semelhante a um sistema agroflorestal (MILLER & NAIR, 2006).

A maioria dos sítios arqueológicos estão situados nas margens dos rios Purus, Madeira, Juruá, Solimões e Amazonas (KERN et al., 2003) e cerca de 80% dessas áreas têm entre dois e cinco hectares. Nos estados do Pará e do Amazonas foram identificadas áreas de 350 ha (BALLIET, 2007), com horizonte antrópico variando de 10 a 200 cm de espessura. A maioria situa-se na faixa de 30-60 cm, sendo essas variações (espessura e características morfológicas, físicas e químicas do solo) relacionadas ao padrão de uso ancestral (PESSOA Jr. et al., 2012).

Outro exemplo do regionalismo agroflorestal, no Centro-Oeste brasileiro entre os Cerrados e a Floresta Amazônica, os índios Kayapós realizavam o zoneamento agrícola; em ilhas de vegetação no cerrado e em clareiras na mata, usando o fogo para estimular a caça, realizavam adubação de determinadas plantas pelo uso das cinzas, vegetação, terra de cupinzeiro e introduziam agentes de controle de formigas cortadeiras (POSEY, 1985). Desenvolveram o conhecimento de mais de 120 espécies identificadas em ilhas de vegetação. Ao menos 90, reconhecidas como efetivamente domesticadas. Nas aldeias, há pomares e hortas medicinais; plantas manufatureiras são cultivadas em roças distantes de 5 a 10km; nas trilhas, em clareiras naturais ou onde se derrubam árvores para a coleta de madeira ou de mel, cultivam plantas anuais consorciadas próximas de rochas basálticas (POSEY, 1985). Essas práticas criaram uma diversidade de estágios de sucessão de grande complexidade.

No estado da Bahia, a produção de cacau agroflorestal é feita na floresta natural (cabruca)

(MOÇO et al., 2008); forma eficaz de combate ao fungo ‘vassoura de bruxa’ - doença que limitou a lavoura na década de 1980 devido à ausência de resistência. O cacau chegou a ocupar 600 mil hectares de Mata Atlântica, desde o século XIX. O remanescente natural de mata atual é de 7% mas quase 70% do cacau (6.800 km²) ainda se mantém como cabruca. Ainda que a diversidade seja menor, comparando-se ao ambiente natural, o sistema é menos nocivo do que o desmatamento para a pecuária e suporta níveis de resiliência elevados, mantendo a biodiversidade e a produtividade. Um ecossistema de cabruca funciona como corredor de fauna conectando habitats e como trampolim quando isolado. Essas áreas, quando abandonadas, assumem a forma da floresta nativa em pouco tempo.

No Sul do Brasil, no Paraná, os faxinais foram reconhecidos por marcar a posse comum da terra, contendo consórcios de erva-mate (*Ilex paraguayensis*), araucária (*Araucaria angustifolia*) e criações animais no sub-bosque (BARRETO e SAHR, 2007). Entretanto, cada família tem o domínio das áreas utilizadas no cultivo de culturas anuais marcando a soberania alimentar.

Ainda no Sul, o manejo da bracatinga (*Mimosa scabrella*) é responsável pela maior parte da renda familiar em assentamentos rurais no planalto norte catarinense (STEENBOCK, 2011). Embora a legislação considere essas florestas nativas, os bracatingais foram construídos pelo homem e o manejo mantém o banco de sementes e de plântulas garantindo a rápida colonização do solo, com significativo acréscimo de fertilidade após a sucessão secundária (STEENBOCK, 2011). A bracatinga como espécie dominante produz lenha, carvão, tábuas e escoras.

Outro manejo baseado na sucessão natural para restaurar a fertilidade do solo é a coivara, origem indígena ainda praticada por comunidades tradicionais no Brasil. No Vale do Ribeira, MARTINS (2005) descreve clareiras abertas na floresta, seguida do uso do fogo e o estabelecimento de uma comunidade diversificada de plantas, incluindo espécies anuais. Ao declinar a fertilidade, a área retorna ao pousio por um período de 10 a 15 anos. Nas coivaras, a domesticação foi direcionada para espécies alimentares: mandioca (*Manihot esculenta*), batata-doce (*Ipomoea batatas*), taioba (*Xanthosma* sp), ariá (*Maranta lutea*), araruta (*Maranta arundinacea*) e inhame (*Dioscorea alata*), dentre outras, cuja parte comestível são os órgãos subterrâneos, ao contrário do que prevaleceu na região de clima temperado e no mediterrâneo, onde cereais e leguminosas formaram a base da dieta (MARTINS, 2005).

Dentre as modificações ambientais dos sistemas agroflorestais, muitos agricultores preferem desenvolver seus plantios utilizando a cobertura das árvores para proteção de flutuações extremas do microclima. Plantando árvores, reduz a temperatura, a velocidade dos ventos, evaporação e exposição à luz solar, interceptam o granizo e as chuvas fortes (ALTIERI & NICHOLLS, 2008).

No Instituto de Permacultura Cerrado, há um projeto de policultivo em terras secas que promove a combinação dos seguintes cultivos: espécies forrageiras resistentes à seca, como *Opuntia*, que garante a produção mesmo sob o fenômeno *el Niño*; árvores leguminosas como *Gliricidia* e *Leucaena*, e feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) para fixar o N e produzir biomassa; *Cajanus cajan* para alimentação humana e cultivos de ciclo curto resistentes à seca, como a mamoneira (*Ricinus communis*) o cultivo comercial intercalado ao milho e feijão caupi (ALTIERI & NICHOLLS, 2008).

Nas Serras da Mantiqueira e do Mar, há sistemas autóctones contendo a araucária em meio a bananais e pastagens extensivas. É tradicional a coleta (extração) do pinhão, porém, raros são os relatos do plantio da araucária, pelo receio de caracterizar a área protegida, pois o pinheiro é ameaçado de extinção. Com a palmeira juçara (*Euterpe edulis*) há projetos em andamento fomentando o plantio para o aproveitamento dos frutos para polpa e artesanato, ao invés do abate para obtenção do palmito.

A recomposição das matas ciliares e da reserva legal com sistemas agroflorestais é um instrumento de restauração ambiental. Na Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, o cultivo do guanandi está formando um corredor de fauna e a distribuição de mudas e dispersão sementes tem resultado na expansão dos plantios em toda a bacia hidrográfica, inclusive em altitudes mais elevadas (700-800m), revelando desenvolvimento diferenciado do observado em solo inundável (DEVIDE, 2011). Os sistemas agroflorestais podem ajudar a ligar as matas das Serras da

Mantiqueira e da Bocaina ao Vale do Paraíba. A região é considerada ‘hotspot’ com a fauna e flora em acelerado processo de extinção. Com essas diferenças ambientais, é necessário selecionar espécies para cada local, adaptadas à inundação da várzea e à seca nos terraços fluviais.

Apesar da permissão legal ao manejo agroflorestal sustentável como estratégia de restauração ecológica (BRASIL, 2006; SÃO PAULO, 2010), os órgãos de fiscalização e licenciamento nem sempre possuem informações técnico-científicas que possibilitem editar normas e rotinas operacionais para o licenciamento do manejo (DARONCO et al., 2012). A importância dessa pesquisa é reunir informações do manejo agroflorestal do guanandi para subsidiar a restauração de matas ciliares no Vale do Paraíba do Sul. O objetivo é reproduzir um sistema sustentável de baixo uso de insumos externos, com adubação verde, culturas anuais e frutíferas adaptadas, e obter rendimento com o corte seletivo do guanandi para madeira de lei.

2.2 Caracterização do Vale do Paraíba do Sul

As várzeas do rio Paraíba do Sul somam cerca de 50mil hectares e de seus afluentes, 15mil. Foram sistematizadas há mais de 50 anos com diques marginais que delimitam 41 áreas protegidas contra inundações periódicas denominadas *polders*. A atividade agrícola é praticada há muitos anos, porém, adequa-se o calendário agrícola e as espécies ao risco de inundação. Os solos são sistematizados, os cursos d’água retificados e a irrigação na época seca feita por meio desses *polders*.

A formação dos solos de várzea é influenciada pela morfologia da rede de drenagem de áreas situadas à montante das várzeas. Esses solos apresentam textura muito variável, de arenosa a muito argilosa, sendo as águas fundamentais nos processos de formação. Durante enxurradas, a elevada precipitação ocasiona a saturação do perfil do solo, remove os nutrientes e modifica as relações físico-químicas. Na época seca, a massa dos solos argilosos; geralmente com estrutura maciça nos horizontes subsuperficiais; se contrai, surgindo trincas verticais que cisalham as raízes das plantas. Quando retornam as chuvas, essas mesmas trincas permitem a infiltração da água no perfil do solo acentuando a remoção de bases e sedimentos finos (silte, argila e ácidos orgânicos). É comum haver entre os horizontes permeável e imperfeitamente permeável canais subsuperficiais que acentuam a remoção dos minerais móveis. Nota-se com frequência a deposição de minerais fitotóxicos, como Fe e Al, na superfície das raízes das plantas.

Já os terraços que beiram os rios, ribeirões e várzeas, costumam apresentar solos pouco desenvolvidos com textura arenosa, frágil agregação, baixos teores de matéria orgânica e reduzida capacidade de retenção dos nutrientes. Apesar de bem drenados, a pouca umidade retida na estiagem prolongada de inverno entre Abril e Agosto, limitam o desenvolvimento das espécies cultivadas, demandando a irrigação. Pela facilidade em mecanizar, esses solos estão ocupados com diversas atividades produtivas: culturas agrícolas anuais e prenes, capineiras para o rebanho leiteiro, povoamentos florestais (eucalipto), criações animais e ocupações urbanas e industriais, que cada vez mais avançam sob esse ambiente. A remoção da vegetação que recobre esses solos favorece a degradação acentuada da matéria orgânica em um curto espaço de tempo, resultando na intensa lavagem dos solos pela ação das chuvas torrenciais nos meses de verão.

Assim, várzeas, cabeceiras de drenagem e áreas adjacentes aos cursos d’água deveriam ser destinadas à preservação permanente e não ocupadas com moradias, indústrias, extração mineral (areia e argila) e produção agropecuária, como ocorre no eixo Rio-São Paulo. À medida que as cidades crescem, essas áreas tornam-se imprescindíveis na defesa da área urbana contra inundações (TAVARES e SILVA, 2008).

O manejo conservacionista do solo é uma alternativa menos impactante para a produção de alimentos, uma vez que empreendimentos agropecuários estão consolidados há dezenas de anos em todo o Vale do Paraíba. Os sistemas agroflorestais são uma das formas mais sustentáveis de uso dos recursos naturais e neste contexto a centenária Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP, está convertendo plantios comerciais de guanandi em sistemas agroflorestais.

2.3 O Guanandi (*Calophyllum braziliense* Cambess.)

O Guanandi pertence à família Clusiaceae, é nativa e apresenta diversas aplicações, sendo considerada a primeira árvore produtora de madeira de lei do Brasil, declarada monopólio do Estado brasileiro por meio da Decisão nº07 do Imperador Dom Pedro II, destinado ao Ministério da Marinha, em 07 de Janeiro, de 1835. A exploração predatória quase o levou à extinção e populações remanescentes estão cada vez mais em risco, pela pressão sob habitats dessa espécie (áreas inundáveis) e à extração ilegal da madeira até os dias atuais.

O plantio do guanandi é realizado após a colheita dos frutos da árvore, sendo bastante apreciado pela fauna, principalmente por morcegos, que realizam a despolpa dos frutos. A germinação ocorre entorno dos 50 dias após o semeio, estando presente em todas as bacias brasileiras em diferentes fitofisionomias, preferindo ambientes ciliares, sob solos sujeitos à inundação temporária ou brejosos (TONIATO et al., 1998; KAWAGUCHI e KAGEYAMA, 2001; SOUZA et al., 2007). Germina após até três meses de submersão, embora não germine nessa condição; as sementes não são fotoblásticas e suas plântulas crescem normalmente tanto em solo inundado ou drenado (MARQUES e JOLY, 2000¹; MARQUES e JOLY, 2000²). Para FLORES (2007), o guanandi se adapta melhor em solos suave ondulados, aluviais ou com elevados teores de argila, úmidos, saturados e ácidos (pH 4.5 a 6.0), ricos em Fe e Al, e com baixos teores de P e K. OLIVEIRA & JOLY (2010) o tratam como espécie típica de áreas inundáveis, ocorrendo desde a América Central até a costa Sudeste do Brasil, presente na Floresta Amazônica e Atlântica, incluindo restingas e planícies costeiras da região, e nas florestas pantanosas formadas nas depressões dos Cerrados. Trata-se de espécie secundária/intermediária tardia, porém, ocorrem guanandizais quase puros em condições pioneiras no litoral paranaense (CARVALHO, 1996, *apud* ANGELI et al., 2006).

Apesar da importância das florestas em áreas inundáveis como corredor ecológico e banco de material genético, para garantir a conservação de muitas espécies e contribuir positivamente para a manutenção da biodiversidade (SOUZA et al., 2007), estas áreas estão sofrendo intensa devastação, desaparecendo sem que se conheça sua importância para a proteção dos recursos hídricos e seus aspectos ecológicos (TORRES et al., 1994). A ocupação agrícola das várzeas e a construção de usinas hidrelétricas (IVANAUSKAS et al., 1997), além de outros fatores de degradação, como o uso do fogo e a expansão imobiliária, industrial e a extração mineral de areia e argila, contribuem para a redução dessas formações florestais. Estudos específicos, principalmente no estado de São Paulo, têm se intensificado nos últimos 20 anos, propiciando um considerável aumento do conhecimento sobre a dinâmica dessas formações, conforme estudos de TORRES et al. (1994), IVANAUSKAS et al. (1997), TONIATO et al. (1998), MARQUES et al. (2000) e ROCHA et al. (2005).

Porém, já se sabe que a saturação do solo induz uma série de alterações ecofisiológicas nos vegetais, devido à rápida redução na disponibilidade de oxigênio às raízes (PIMENTA et al., 1998). A tolerância ao alagamento tem sido estudada com ênfase nos diferentes mecanismos de adaptação, que incluem mudanças morfológicas, anatômicas e fisiológicas. OLIVEIRA e JOLY (2010) constataram que o alagamento limitou o desenvolvimento da parte aérea, a expansão e produção de área foliar nova em mudas de guanandi; que desenvolveu lenticelas hipertróficas, poucas raízes adventícias, reduziu a condutância estomática e a taxa fotossintética, devido à baixa concentração de clorofilas nas folhas. PIMENTA et al. (1998), descreveram a hipertrofia das lenticelas e de caules, a formação de aerênquimas e o enraizamento adventício como formas de adaptação de algumas espécies de plantas ao efeito da baixa oxigenação das raízes submersas, permitindo a produção energética em níveis mínimos para a sobrevivência vegetal.

Apesar de tolerante ao alagamento e potencial recurso florestal; atingindo altura de 20 a 30 m e tronco com 40 a 60 cm de diâmetro; o crescimento do guanandi é lento em comparação a espécies florestais convencionais; mas no solo saturado seu crescimento é mantido, ainda que mais lento (DEVIDE et al., 2011). SALVADOR et al. (1992), observaram após 30 meses do plantio, nas condições de Paraibuna, no Vale do Paraíba paulista, revelou altura de 1,20m sob as bordas do reflorestamento, com sombreamento parcial e solo úmido a encharcado por períodos que variaram entre três e quatro meses ao ano. Em Promissão (SP), o guanandi a pleno sol em uma gradação de

umidade, apresentou desenvolvimento decrescente conforme aumentou a saturação hídrica do solo, partindo de 2,42m de altura no solo drenado a 1,50m no brejo (SALVADOR et al., 1992). Nas melhores condições a percentagem de falhas foi de 5,0% ao passo que sob inundação, atingiu 25% de perdas.

Nas folhas glabras e coriáceas do guanandi, medindo de 10 a 13 cm de comprimento por 5 a 6 cm de largura, com nervuras secundárias numerosas, paralelas e muito próximas uma das outras, há canais e cavidades secretoras esquizógenas, também, presentes em outros tecidos na família Clusiaceae, conforme descrito por CRONQUIST (1981) *apud* GASPAROTTO Jr. et al. (2005). Os metabólitos de importância medicinal nas folhas do guanandi, somadas aos canais secretores, promovem o acúmulo de metabólitos secundários, tais como xantonas e cumarinas (GASPAROTTO Jr. et al., 2005), já confirmadas com efeitos crioprotetor, antisecretor e anti-úlceras da fração obtida da casca do guanandi (SEM et al., 2009; SARTORI et al., 1999). SILVA et al. (2001) comprovaram atividade anti-analgésica e anti-inflamatória do extrato das folhas e GASPAROTTO Jr. et al. (2005), a atividade moluscicida de uma cumarina, apresentando a mesma intensa atividade frente a *Biophalaria glabrata*, vetor da Esquistossomose Mansônica no Brasil. No ano de 1992, um grupo de pesquisadores do Instituto Nacional do Câncer reportou uma cumarina isolada do gênero *Calophyllum* sp. muito ativa frente ao vírus HIV-1 e feito preventivo anticâncer. Popularmente, no Brasil, o guanandi é utilizado no tratamento do reumatismo, varicoses, hemorroidas e úlceras crônicas. Percebe-se grande aplicabilidade na área médica, além do reconhecido emprego como madeira de lei.

O emprego do gênero *Calophyllum* sp. em sistemas agroflorestais é destacado em diversas partes do mundo: na Costa Rica (REDONDO-BRENES e MONTAGINI, 2006), em ilhas do pacífico (FRIDAY e OKANO, 2006; FRIDAY e OGASHI, 2011) e na Amazônia brasileira (SCHROTH et al., 2002). Em relação às pragas e doenças, MORAES et al. (2011) registraram danos do besouro-de-ambrosia (*Premnobius cavipennis*), abrindo galerias e orifícios com manchas ao redor causadas por fungos introduzidos pelos besouros na madeira.

3 ADUBAÇÃO VERDE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: Estado da arte

O amplo uso do termo ‘sistemas agroflorestais’ tem gerado controvérsias e críticas a uma gama de arranjos contendo espécies arbustivas e arbóreas em associação. Neste trabalho, são consideradas experiências agroflorestais todos os sistemas que incluem culturas anuais e pastagens com árvores e arbustos, dentre eles: multiestrato, regenerativo análogo, *alley cropping*, taungya, agrossilvicultura, quintais agroflorestais, *homegardens*, cabruca, faxinais, dentre outros; focando a abordagem na tecnologia de manejo agroflorestal.

A adubação verde é uma técnica muito antiga empregada na agricultura, baseada no cultivo de diferentes plantas em rotação ou em consórcio com culturas de interesse econômico; sendo os resíduos incorporados ao solo ou mantidos em superfície após a roçada, com a finalidade de preservar e restaurar a capacidade produtiva do solo (ESPÍNDOLA et al., 1997).

Dentre as características ideais de um adubo verde, destacam-se a produção de fitomassa em um período de tempo curto e a cobertura do solo com rapidez e eficiência. Diversas famílias botânicas podem ser utilizadas para adubação verde, porém, as mais utilizadas são espécies das famílias *Gramineae* e *Leguminosae*, sendo as leguminosas fixadoras do N atmosférico através da associação simbiótica com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*. As gramíneas têm a vantagem da relação C/N alta, aportam mais carbono ao solo, que leva mais tempo para se decompor protegendo o solo por mais tempo (SEGUY et al., 1997).

A necessidade de se reduzir os custos de produção e melhorar a qualidade do solo tem favorecido o resgate da adubação verde no Brasil, onde pesquisas focam a seleção de espécies adaptadas às diferentes regiões com base no aporte de fitomassa, teor de nutrientes, capacidade de rebrota e no caso de adubos perenes ou semiperenes, a diminuição do adensamento do solo, a FBN, micorrização, dentre outros fatores positivos da adubação verde (SILVA et al., 2007).

A FBN de leguminosas herbáceas, arbustivas e arbóreas possibilita o aumento da produtividade sem que haja incremento nos custos de produção (DOBERÉINER et al., 1995). As leguminosas elevam o teor de matéria orgânica do solo, melhoram a fertilidade através da elevação da saturação de bases e da capacidade de troca de cátions (CTC) reduzindo a acidez nociva, beneficiando a maioria das culturas de valor econômico. Na ausência de adubação verde, o teor de cálcio do solo é menor para o cafeeiro (ANUNCIACÃO, 2010).

No semiárido asiático, experiências registram o sucesso na seleção de árvores e arbustos adequados para compor os sistemas agroflorestais e silvipastoris, destacando-se o emprego das espécies leucena, *Pithecelobium dulce*, gliricídia, sesbânia e algaroba (*Prosopis juliflora*). O valor da gliricídia é cada vez mais reconhecido, juntamente com muitas outras espécies, como alternativa de forragem. Na região, gliricídia, margaridão (*Tithonia diversifolia*) e a leucena têm resultado em significativa ingestão voluntária e digestibilidade da palha de arroz, resultando em ganho de peso de ovelhas (SINGH, 2011).

Ao longo das últimas décadas, na região Norte da Índia, as culturas do trigo e do arroz irrigado passaram a ser cultivadas entre árvores de álamo (ZOMER et al., sem data). Na República mexicana, a floresta decidual baixa é de grande importância por sua ampla distribuição, diversidade, endemismo e serviços agroecossistêmicos. Nesse bioma, o número total de espécies classificadas foi de 81 famílias, sendo Fabaceae a mais numerosa, com 31 % das espécies (NAVARRO GARZA et al., 2012).

Para propor metodologia de recuperação de áreas de preservação permanente (APP) como alternativa de geração de renda em comunidades tradicionais, SOUZA & PIÑA-RODRIGUES et al. (2013) pesquisaram Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos (SAFRAs) combinando espécies arbóreas leguminosas na Floresta Ombrófila Densa, em Paraty, RJ. Utilizaram 2,0 m entre linhas alternadas de pupunha com outra de arbóreas ou o consórcio de arbóreas e frutíferas. Dentro de cada linha, o espaçamento entre plantas de pupunha foi de 1,0 m e 1,5 m entre arbóreas e/ou frutíferas. No período de 2003 a 2006, foram cultivados feijão-preto (*Phaseolus vulgaris*), milho e mandioca e adubação verde com feijão de porco, guandu e crotalária (*Crotalaria juncea*), nas entrelinhas das arbóreas. Os SAFs combinaram espécies leguminosas e não leguminosas em plantio “solteiro” (uma planta/cova) e “casado” (duas plantas/cova): guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) x ingá (*Inga* sp.), araribá (*Centrolobium tomentosum*) x embira-de-sapo (*Lonchocarpus guillemineanus*), jatobá (*Hymenaea courbaril*) x banana (*Musa* sp.) e copaíba (*Copaifera langsdorffii*) x banana ou cedro (*Cedrela fissilis*) x pau-viola (*Citharexylum myrianthum*), canela (*Nectandra lanceolata*) x urucum (*Bixa ollerana*), jequitibá (*Cariniana legalis*) x banana e bicuiba (*Virola bicuhyba*) x banana. Aos quatro anos de idade, levantaram a biometria das espécies indicando a eficiência do plantio “casado” nos SAFRAs, independente das espécies leguminosas ou não leguminosas.

Em termos silviculturais, o incremento médio permitiu estimar a colheita florestal do guapuruvu e araribá com 20-25 cm de diâmetro aos 7 e 9 anos, respectivamente, caso o crescimento se mantivesse constante. A pupunha apresentou o maior crescimento em altura e diâmetro e até os 4 anos poderia ser empregada no SAFRAs para produzir palmito sem perda de produtividade. Os modelos agroflorestais ‘casado com leguminosas’ apresentaram maior desenvolvimento das arbóreas sendo notável a estratificação horizontal e vertical semelhante às florestas naturais (SOUZA & PIÑA-RODRIGUES et al., 2013).

Na Costa do Pacífico colombiano, *Albizia carbonaria*, guandu, *Cassia grandis*, *Erythrina edulis*, gliricídia, *Ilex nayana*, *Phyllanthus acuminatus* (Phyllantaceae) e *Sesbania grandiflora* foram relatadas em sistemas agroflorestais, com guandu, gliricídia e sesbânia sendo as adubadeiras mais frequentes (KASS, 1985), enquanto *A. carbonaria*, *C. grandis* e *E. edulis* são utilizadas no sombreamento do cafeeiro, e *P. acuminatus* e *I. nayana*, importantes na restauração de solos ácidos de baixa fertilidade natural.

A entrada de nutrientes nos SAFs ocorre via decomposição da biomassa, sendo relevante conhecer os processos de decomposição e a velocidade com que os resíduos liberam os nutrientes para o sistema.

Na região de Tomé-Açu, PA, os SAFs apresentam baixa ou nenhuma utilização de insumos externos, alta diversidade e complexidade estrutural de arbustos e árvores, componentes responsáveis pela conservação do solo e manutenção da produtividade. Nos SAFs, tendo a palma (dendê) (*Elaeis guianenses*) a cultura âncora para óleo, consorciada com as seguintes espécies: cacau (*Theobroma cacao*), açaí (*Euterpe oleracea*), *Oenocarpus* sp., *Viola surinamensis*, guanandi (*Calophyllum brasiliensis*) e *Pentaclethra macroloba*. Dentre os adubos verdes, destacam-se: *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Tithonia diversifolia*, *Pueraria* sp., *Inga edulis*, *Crotalaria spectabilis* e *Gliricidia sepium*, sendo a mandioca (*Manihot esculenta*) a cultura de maior valor econômico do início do ciclo e a densidade do dendê de 95 plantas por hectare. Como fonte de nutrientes, *Inga edulis*, margaridão (*Tithonia diversifolia*) e guandu se destacam no aporte de N; *Crotalaria spectabilis*, como fonte de boro e margaridão de potássio e fósforo (CASTELLANI et al., sem data).

A castanheira é uma espécie de grande valor ecológico e econômico na Amazônia Central; um dos mais importantes componentes dos sistemas agroflorestais para a reabilitação econômica e ecológica de áreas degradadas. Dentre os adubos verdes mais associados com a castanheira, destacam-se na fase inicial do sistema, a gliricídia (extrato intermediário) e *Inga edulis* (extrato intermediário) e na implantação, *Mucuna aterrima* (cobertura do solo) e mandioca. A castanheira atingiu altura total média de 20,9 m e DAP de 37,9 cm, com sobrevivência de 78 %, sendo a mortalidade relacionada às ventanias e raios (COSTA et al., 2009).

A gliricídia libera 55% do P inicial após 10 dias do início da decomposição, com um conteúdo de 11% restando após 70 dias, sendo isto relacionado às frações recalcitrantes da matéria orgânica (ANTONIO & BASTOS, 1999). ZAHARAH & BAH (1999) constataram a rápida liberação na fase inicial de nutrientes da massa fresca ao solo seguida de uma liberação muito mais lenta no decorrer do tempo. A duração da primeira fase variou de 21 a 30 dias, sendo o potássio e o cálcio mineralizados mais rápido, com 28 e 6 dias, respectivamente. O nitrogênio e o fósforo mostraram padrões similares, com duração da fase inicial de 21 e 22 dias, respectivamente. As constantes de decaimento foram 10 e 8 vezes maiores na fase inicial. Relações C:N e C:P aumentaram inicialmente e, em seguida, diminuíram na fase posterior da decomposição. O magnésio revelou idêntico padrão de taxa de liberação do N na fase inicial, sem que houvesse influência das chuvas nos parâmetros estudados.

Na Indonésia, a devastação das florestas tropicais ocorre de forma acelerada. Os SAFs estão sendo preconizados por supostamente manter o desempenho ecológico semelhante ao das florestas naturais, reduzindo a necessidade da exploração de madeira ilegal ao gerar renda com a cultura do cacau nas áreas já desflorestadas convertidas em SAFs. Entretanto, a floresta natural produz mais serapilheira do que os sistemas agroflorestais avaliados, apesar da taxa de decomposição, também, ser superior (TRIADIATI et al., 2010). Entretanto, mudanças na dinâmica do carbono nesses sistemas foram estudadas por SMILEY & KROSCHEL (2008). A relação parte aérea: raiz foi de 2,54 e 2,05, respectivamente, para cacau e gliricídia. Os níveis de carbono e o diâmetro do tronco foram sempre superiores em consórcio com gliricídia, sendo os mais altos níveis de carbono da parte aérea alcançados no quarto ano, na localidade de Napu (20,8 t C ha⁻¹) e em cinco anos, em Palolo (38,9 t C ha⁻¹). Após quatro ou cinco anos, no entanto, constatou-se a perda de C na parte aérea da gliricídia, apesar dos níveis permanecerem relativamente estáveis no solo. A conversão da floresta tropical em sistema agroflorestal de cacau–gliricídia aos oito anos (Napu) e 15 anos (Palolo) causou uma redução média de 88 % do estoque de C na parte aérea da leguminosa (SMILEY & KROSCHEL, 2008). Isto caracteriza a necessidade de mais pesquisas para que os sistemas tragam benefícios reais sob o aspecto ambiental e não só econômico.

Na Zona da Mata mineira, foram estudadas as taxas de decomposição e liberação de nutrientes de *Calopogonio mucunoide*, *S. aterrimum*, *S. guianensis* e *Arachis pintoi* para a cultura do café em sistema agroflorestal. Não houve correlação das composições química e bioquímica iniciais dessas espécies. Porém, diferenças climáticas foram responsáveis por modificações nas constantes de decomposição dos resíduos das leguminosas. Os teores iniciais de N e P nos materiais vegetais variaram de 25,7 a 37,0 e de 2,4 a 3,0 g kg⁻¹, respectivamente. As relações lignina/N, ligni-

na/polifenol e (lignina+polifenol)/N apresentaram-se baixos para todas as espécies. As maiores perdas de matéria seca ocorreram nos primeiros 15 dias de avaliação, quando 25% do material havia se decomposto. A constante de decomposição k aumentou na sequência $C. mucunoides < S. aterrimum < S. guianensis < A. pintoii$ em Pedra Dourada, porém, em Araponga, não houve diferença nas taxas de decomposição, sendo que 32% do N total da fitomassa foi liberado nos primeiros 15 dias. Até os 360 dias, 78% do N foi liberado pelos adubos verdes em Araponga e 89% em Pedra Dourada, com o P apresentando a maior velocidade de liberação (MATOS et al., 2011).

PEREIRA (2004) também destacam as seguintes leguminosas para a adubação verde do cafeeiro: crotalária (*Crotalaria juncea* L.), guandu, mucuna preta (*Stilozobium aterrimum* L) e soja (*Glycine max*), plantas rústicas adaptadas aos solos de baixa fertilidade e elevadas temperaturas tropicais com eficiente desenvolvimento vegetativo. Entretanto, há efeitos depressivos em cafeeiros adultos devido à concorrência, por escolha de espécies inadequadas ou adoção de um número excessivo de plantas por área em períodos de veranico sem a suplementação de irrigação. Nas lavouras em formação, a competição é reduzida devido à distância livre nas entrelinhas (ESPÍNDOLA et al., 1997).

Conhecer como ocorre a decomposição dos resíduos orgânicos nos sistemas agroflorestais é importante para o manejo da fertilidade do solo, possibilitando desenvolver técnicas de cultivo que melhoram o uso dos nutrientes da fitomassa, conservando a fertilidade e protegendo o solo da erosão. No Sri Lanka, em solo declivoso é preconizado contornos de árvores e arbustos de uso múltiplos, que adicionam quantidade significativa de nutrientes por meio de podas periódicas, beneficiando a cultura do chá (*Melaleuca* sp.). O padrão de decomposição e os teores de nutrientes adicionados por seis espécies: *Calliandra calothyrsus*, *Senna spectabilis*, *Eupatorium innulifolium*, *Flemingia congesta*, *Gliricidia sepium* e *Tithonia diversifolia*, revelaram que a perda de massa seca, os teores de N, P e K e o decaimento exponencial dos nutrientes diferiu entre espécies, com as constantes de decomposição (k) das folhas variando de 0.0299 a 0.2006 semana⁻¹ e para hastes, de 0.0225 a 0.0633 semana⁻¹. O k das folhas de gliricídia foi superior, com a seguinte ordem decrescente: *Senna* > *Tithonia* ≥ *Eupatorium* > *Calliandra* > *Flemingia*. O padrão de liberação de todos os nutrientes foi semelhante para *Calliandra* e *Flemingia*, que apresentaram sempre k mais baixos. Apesar do N não ser imobilizado, a imobilização de P e K ocorreu durante a primeira semana de incubação em algumas espécies, particularmente nas hastes. A biomassa anual das podas diferiu entre espécies na seguinte ordem: *Calliandra* > *Senna* > *Flemingia* > *Tithonia* > *Gliricidia* > *Eupatorium*. *Calliandra* adicionou a maior quantidade de nutrientes ao solo e *Eupatorium*, a menor. As podas de *Calliandra* atenderam à exigência de K total anual e 49% do requisito de N para o chá maduro. No entanto, nenhuma espécie forneceu mais do que 5% do P necessário. *Calliandra* e *Flemingia* foram as mais adequadas para a constituição de sebes de contornos em plantações de chá, devido o enriquecimento de nutrientes do solo com taxas de decomposição mais lentas, minimizando perdas por lixiviação (DE COSTA & ATAPATTU, 2001).

No Vale do Rio Doce, MG, assim como no Vale do Paraíba, o histórico de degradação do solo foi semelhante com o atual predomínio de pastagens e constantes queimadas na estiagem. Os sistemas agroflorestais têm se mostrado eficientes na recuperação dessas áreas, por meio do uso de coquetéis de leguminosas herbáceas e arbustivas, constituído das espécies: feijão de porco, feijão bravo do ceará (*Canavalia brasiliensis*), mucuna preta (*Mucuna aterrima*) e guandu, semeados a lanço. Progressivamente, foram introduzidas diversas espécies, tais como: abacaxi (*Ananas comosus*), mandioca, acácias (*Acacia mangium* e *A. auriculiformis*), piteira (*Agave americana*) e sombreiro (*Clitoria racemosa*). Conduzido segundo os princípios agroecológicos, os SAFs promoveram a recuperação da área degradada em razão da maior dinâmica do carbono orgânico e disponibilização de nutrientes no solo. Após quatro anos de implantação, os sistemas remobilizaram mais nutrientes das camadas profundas do solo por meio do constante aporte de biomassa, através do manejo da poda, enriquecendo as camadas superficiais (FAVERO et al., 2008), corroborando com os resultados de PENEIREIRO (1999) e FAVERO (2001), em outras regiões brasileiras.

Com a adubação verde aumenta-se a infiltração de água no solo e a retenção de umidade, elevando a capacidade de troca catiônica através da adição de material orgânico com elevados

teores de macro e micronutrientes, melhorando as condições para o desenvolvimento microbiano do solo. Alguns adubos verdes, também, desenvolvem alelopatia aos nematóides e plantas espontâneas indesejáveis (MIYASAKA, 1984).

No município de Antonina, estado do Paraná, a restauração da mata ciliar com sistemas agroflorestais em pequenas propriedades visa recuperar a fertilidade do solo com adubação verde. Dentre as espécies mais frequentes, destacam-se: mucuna preta, crotalária e o feijão guandu. O capim napier e o colonião foram introduzidos para proporcionar a cobertura do solo e controlar a braquiária, outra gramínea, porém, indesejável devido à forte competição com as espécies consortes e difícil manejo (SANTOS & BOLDRINI, 2012). As gramíneas têm a vantagem da relação C/N mais elevada possibilitando um maior tempo de permanência dos resíduos cobrindo o solo (SEGUY et al., 1997).

Na região de Florianópolis, Santa Catarina, em Neossolo distrófico de textura arenosa com elevada flutuação do lençol freático e ocorrência de geada, as espécies que se destacaram em sistema agroflorestal foram: pupunha (palmito), guapuruvu e o araribá, ambos para madeira. Os ingás (*Inga uruguensis* e *Inga sessilis*) apresentaram 46% de danos pela geada, porém, com 95% de rebrota e baixa mortalidade. A corticeira (*Erythrina falcata*) e o guanandi (*Calophyllum brasiliense*), com 100% de danos, sendo que o guanandi teve baixa capacidade de rebrota (14%), com mortalidade próxima de 100%. A corticeira, apesar de 100% de folhas danificadas pela geada, teve 48% de rebrota e sobrevivência de 35% (VIEIRA et al., 2003).

Na República de Camarões, há inúmeros projetos financiados por instituições internacionais com apoio governamental, fomentando o treinamento de agricultores para o cultivo de árvores, agroflorestas e agricultura multifuncional. São destacadas as seguintes espécies: *Calliandra calothyrsus*, *Acacia angustissima*, *Sesbania sesban*, *Tephrosia vogelli* e *Cajanus cajan*, utilizadas em sistemas agroflorestais e aleias visando à FBN e melhoria da fertilidade dos solos (ASSAH et al., 2011). Em um total de 360 propriedades atendidas pelo RIBA – Riba Agroforestry Resource Centre, foram plantadas mais de 52,5 mil árvores adubadeiras entre os anos de 2006-07, e treinados 2,5 mil agricultores no ano de 2005. Atualmente, a rede envolve cerca de 10 mil propriedades distribuídas em 200 localidades, contando com a cooperação de 15 agências de desenvolvimento. Em um dos trabalhos foram testados adubos verdes, consórcios [mucuna-preta, guandu-anão e milho (*Pennisetum americanum*), (mucuna-preta e milho, guandu-anão e milho)] e técnicas de manejo da fitomassa (corte com incorporação e corte sem incorporação). Maiores valores de massa seca foram obtidos com o milho em cultivo solteiro e no consórcio com o guandu-anão, sendo que os resíduos da mucuna-preta aplicados em superfície apresentaram ação supressiva de plantas espontâneas indesejáveis (ASSAH et al., 2011). O declínio no rendimento de colheitas em sistema agroflorestal foi atribuído aos efeitos alelopáticos de *Acacia auriculiformis* e gliricídia. OYUN (2006) verificaram o efeito alelopático de lixiviados de folhas de *A. auriculiformis* e gliricídia inibindo a germinação das sementes e o crescimento de plântulas de milho. A natureza da perturbação foi inibição à absorção de água pelas sementes e à absorção de nutrientes nas plântulas em crescimento.

Na Índia, são comuns os sistemas agroflorestais contendo *Populus deltoides* ('cottonwood'), cúrcuma (*Curcuma domestica*) e o guandu, com incremento de fitomassa aos 3 e 9 anos de idade respectivamente de 12 para 90 t MS ha⁻¹ (DAS & CHATUVERDI, 2005).

Entre as diferentes utilizações dos adubos verdes, o cultivo em aleias (*alley cropping*) permite um sistema mais intensivo de produção de culturas alimentares comerciais entre alamedas de árvores e arbustos, dispostas em fileiras espaçadas entre si de tal forma que permitem, inclusive, a mecanização (KANG, 1993).

Assim como para aleias, os sistemas agroflorestais mais complexos demandam a seleção de espécies de crescimento rápido, alta produção de fitomassa e vigor na rebrota. O manejo de poda feito na época de maior demanda nutricional da(s) cultura(s) consorte(s) demanda o conhecimento do comportamento da resposta das espécies e da dinâmica de liberação dos nutrientes, ainda sendo pouco estudado nas distintas regiões brasileiras, necessitando de mais pesquisas para efetivas recomendações.

Em solos propensos à erosão e de baixa fertilidade natural, comuns na África tropical úmida e subúmida, leguminosas forrageiras, lenhosas e herbáceas, como leucena, gliricídia, *Flemingia congestiona* e *Sesbania rostrata* desempenham importante papel no desenvolvimento de *alley cropping*. *Mucuna pruriens* var *utilis* é uma das mais promissoras fontes de mulch *in situ* na produção agrícola em pequena e grande escala. Coberturas vivas de *Psophocarpus palustris* (Fabaceae) e *Centrosema pubescens*, por vezes espontâneas, abafam plantas invasoras indesejáveis sustentando altos rendimentos de milho (KANG, 1993).

Na região central da Ilha de Java, as maiores áreas de florestas plantadas são de teca (*Tectonia grandis*) e de pinheiro (*Pinnus* spp.) e para que fossem desenvolvidos sistemas agroflorestais intensivos, avaliou-se a radiação relativa média como de 50% e 14%, respectivamente, para teca e o pinheiro. A soja (*Glycine max*) tem potencial para ser cultivada intercalada em sistema *taugya*, razão do consórcio com as florestais, submetidas a poda de 50% da parte baixa do dossel, aumentando a irradiação incidente entre árvores por igual (600 a 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e 80% do dossel, em 70% a 89% (840 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em média), respectivamente, para teca e o pinheiro. O aumento gradativo da irradiação e da taxa fotossintética entre árvores aumentou progressivamente a produção da soja na ordem de 0,12 a 0,57 t ha⁻¹ sem poda e de 0,78 a 1,74 t ha⁻¹ com poda. A variedade ‘Pangrango’ revelou alto rendimento de grãos de soja com potencial de cultivo intercalado à teca e ao pinheiro (PURNOMO & SITOMPUL, 2006).

4 CARACTERIZAÇÃO DE ADUBOS VERDES PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Na Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP, a seleção de espécies vegetais para adubação verde visando compor os sistemas agroflorestais com o guanandi, em várzeas e terraços fluviais, levou em consideração a adaptações ao ambiente mais restritivo, que é a várzea. Ou seja, com capacidade de suportar o reduzido teor de oxigênio nas raízes e tolerante à seca, que ocorre de maneira pronunciada no inverno, combinada à textura arenosa dos solos nos terraços com baixos teores de matéria orgânica e reduzida capacidade de retenção da umidade. Além disso, o excesso de argila nas várzeas limita a penetração das raízes impedindo explorarem horizontes mais profundos à procura de água. Isto demanda a seleção de espécies com reconhecida capacidade de regular o conteúdo hídrico na planta através de mecanismos de tolerância e escape à seca.

4.1 Adubos verdes herbáceos

Cada espécie vegetal apresenta exigências específicas com relação à fertilidade do solo e ao clima, sendo importante escolher àquelas mais adaptadas, levando em consideração as condições edafoclimáticas de cada região (ESPÍNDOLA et al., 2005).

O uso de adubos verdes herbáceos com potencial para servir de alimento e forragem em sistemas de cultivo, consorciado ou em rotação com outras culturas, é uma prática bem conhecida nos trópicos para melhorar a fertilidade do solo (RAO & MANTHUA, 2000). Essas plantas desempenham importante papel na cobertura do solo, evitando a erosão, combatendo a infestação de plantas espontâneas indesejáveis e fornecendo nutrientes para culturas consortes, dentre outros efeitos positivos.

O emprego de leguminosas herbáceas consorciadas às culturas perenes tem sido recomendado por PERIN et al. (2000) e ESPÍNDOLA (2004). O uso adequado reduz a necessidade de capinas, aporta matéria seca e nutrientes. Entretanto, é necessário verificar previamente o comportamento de coberturas vivas submetidas ao sombreamento, sem comprometer a fixação biológica do N, a produção de sementes e a persistência (ANDRADE & VALENTIN, 1999). O uso dessas plantas em sistemas agroflorestais, assim como para consórcios menos elaborados, deve levar em consideração a contribuição da FBN, o crescimento das leguminosas e o manejo dos resíduos (RAO & MANTHUA, 2000).

Para subsidiar a escolha de espécies adubadeiras para os SAFs com guanandi, devido aos poucos relatos do emprego da adubação verde no Vale do Paraíba, foram relacionadas algumas experiências com leguminosas reptantes associadas com culturas perenes e pastagens.

4.1.1 Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*)

A leguminosa ‘amendoim forrageiro’ é uma fabácea que apresenta boa adaptação ao ambiente tropical, sistema radicular profundo e persistência com diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) em Rio Branco, AC. Em sistemas silvipastoris e como cobertura do solo em sistemas agroflorestais, revelou boa adaptação, persistência e produtividade de fitomassa, que apesar de diminuir com o aumento do sombreamento ainda foi considerada satisfatória por garantir a cobertura total do solo, podendo indicá-la para uso em sistemas agroflorestais e produção de forragem em sistemas silvipastoris (ANDRADE & VALENTIN, 1999).

PERIN et al. (2000), recomendam o uso de oito plantas por metro linear de *Arachis pintoi* no espaçamento de 0,50 m entre sulco, reduzindo a necessidade de capinas e aportando 5,4 t ha⁻¹ de matéria seca, em Seropédica, RJ. Em Sete Lagoas, MG, OLIVEIRA et al. (2003) verificaram a adaptação do amendoim forrageiro consorciado com o capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) em várzea com solo degradado. Na Malásia, o amendoim forrageiro foi associado com plantações de dendê com 15 anos de idade, revelando desenvolvimento inicial lento em sombra densa, porém, aumentando gradualmente a produção de fitomassa (BOLEY et al., 2008).

No Cerrado brasileiro, o efeito do espaçamento do eucalipto interferiu na produtividade de leguminosas em sub-bosque aos 100 dias após a brotação, sem diferenças entre espécies. A maior produtividade média (5,98 t ha⁻¹ de matéria seca) foi obtida no espaçamento 12x3m, ao passo que no 6x3m, a produção média foi de 3,95 t MS ha⁻¹. O amendoim forrageiro aportou em média 5,49 t ha⁻¹ de matéria seca, sem diferir de estilosantes (5,03 t MS ha⁻¹) e calopogônio (2,92 t MS ha⁻¹) (FERNANDES et al., 2010).

Em terras baixas na Bolívia, o sistema agroflorestal com foco na produção de cacau em pequena escala baseia-se na sucessão natural e engloba culturas anuais, como o capim napier e a mandioca, com diversidade de árvores frutíferas e espécies florestais. As famílias utilizam bananas, raízes de mandioca ou lenha, para a subsistência. A composição dos SAFs em larga escala é menos complexa, com árvores de cacau crescendo consorciadas com espécies florestais para madeira de alto valor, fornecendo sombra. O amendoim forrageiro e a gliricídia produzem fitomassa e melhoraram o solo através da adição de matéria orgânica e da FBN (SCHNEIDER, 2012).

No Atlântico Norte, Costa Rica, duas espécies de madeiras nativas, *Vochysia guatemalensis* e *Hyeronima alchorneoides*, foram plantadas com e sem o amendoim forrageiro, como modelo silvipastoril que combina a produção de forragem e valiosas espécies florestais para madeira nativa, abordando simultaneamente o reflorestamento, a conservação de espécies nativas e a intensificação do uso do solo de uma fazenda de gado leiteiro. Após dois anos, *V. guatemalensis* apresentou maior altura (3,1 m) e diâmetro do colo (6,5 cm) do que *H. alchorneoides* (2,5 m e 4,5 cm), com uma sobrevivência de 83 e 85%, respectivamente. Porém, o estande final do amendoim foi de apenas 2 e 8%, respectivamente (MOULAERT et al., 2002), destacou-se das demais em relação à velocidade de cobertura do solo, produção inicial de fitomassa, não agressividade ao citros, resultando em melhor aceitação por produtores e técnicos, persistindo na área. Como segunda opção, a soja perene ou cudzu tropical, sendo que a última exerceu maior dominância sobre a vegetação espontânea (DAL-COMO et al., 1999).

Em Pindamonhangaba, SP, testou-se a adubação verde no pinhão manso (*Jatropha curcas*) (5,0 x 2,5 m) com culturas consortes, inicialmente com girassol e feijão de porco. Na rotação, introduziu-se o milho com calopogônio para a cobertura do solo. No inverno, utilizou-se o chícharo seguido do plantio direto de quiabo no início das chuvas. Em baixa densidade, o feijão de porco aportou 610 kg ha⁻¹ de massa seca e o calopogônio, 460 kg ha⁻¹, que sofreu o ataque de ácaros no inverno e foi substituído no segundo ano por amendoim forrageiro. No primeiro ano, o chícharo aportou 4,3 t ha⁻¹ de massa seca, porém, no ano seguinte, devido à baixa umidade, produziu apenas sementes. A adubação verde para cobertura do solo no cultivo do pinhão manso visando o biodiesel se justificou pela recuperação da capacidade produtiva do solo, reduzindo a demanda por fertilizantes minerais, aportando matéria orgânica e N, melhorando a polinização do pinhão manso, que é entomófila (CASTRO, 2010).

Em Taubaté, SP, foram cultivadas as seguintes fabáceas para a cobertura do solo no cultivo do pinhão manso: amendoim forrageiro, calopogônio, cunhã (*Clitorea ternatea*) comparados à testemunha *Brachiaria brizantha*, com melhorias na fertilidade do solo em todos os tratamentos. Os teores de matéria orgânica foram superiores na brachiaria, seguida do calopogônio, cunhã e amendoim. O ataque de formigas cortadeiras, no amendoim e cunhã e a intolerância ao inverno prejudicaram a persistência das fabáceas, apesar da rebrota no início das chuvas e a competição com *B. brizantha*, já estabelecida. O aporte de matéria seca foi de 23,5 t ha⁻¹ para o calopogônio; 16,7 t ha⁻¹ *B. brizantha*; 6,3 t ha⁻¹ para cunhã e 5,1 t ha⁻¹ com o amendoim. Amendoim e cunhã apresentaram desenvolvimento inicial lento e falhas no estande, demandando novas sementeiras; no caso do amendoim, realizada com estolões. Ao final de três anos de avaliações, o amendoim se destacou por suportar mais a seca, o frio, a competição da *Brachiaria* e o ataque de formigas cortadeiras. Maiores quantidades de todos os nutrientes foram reciclados pela gramínea, com exceção do nitrogênio (CASTRO, 2011).

4.1.2 Calopogônio (*Calopogonium muconoides*)

O calopogônio (*Calopogonium muconoides*) é uma fabácea nativa da América do Sul, rasteira que desenvolve o hábito trepador com longos estolões em forma de cipó. Torna-se perene em condições favoráveis, estabelecendo-se com facilidade a partir de sementes gerando densa manta verde com 0,50 m a 1,0 m de altura, porém, não persistindo após meses de seca.

No Vale do Paraíba, é frequente o consórcio com gramíneas em pastagens e raras vezes empregado como adubo verde. Adapta-se às condições tropicais quentes e úmidas, porém, é sensível às geadas. A resistência à seca é questionável indicando que depende das condições do solo e da intensidade do ataque do ácaro no inverno, apesar de crescer mesmo nos solos mais ácidos (CASTRO, 2011). Na região, no período seco, os bovinos preferem se alimentar das gramíneas em consórcio com o calopogônio, podendo ser oferecido fenado ao rebanho leiteiro. Sua digestibilidade é satisfatória, porém, é baixa a palatabilidade devido à presença de muitos pelos nas folhas e talos.

O calopogônio tolera solos de baixa fertilidade natural e ácidos com pH de 4,5 a 5,0. Em consórcio com a pastagem, como pré-cultivo antes do reparo do solo para a implantação da agrofloresta, a sementeira pode ser feita a lanço, consumindo de 6 a 8 kg ha⁻¹ de sementes. Se o plantio for realizado de maneira localizada, as sementes devem ser enterradas a 2,0 cm de profundidade. Apesar de resistir ao alagamento temporário, não se adapta aos solos mal drenados, podendo ser cultivado a partir do nível do mar até em altitude de 2.000 mm. Produz, em média, de 4 a 5 t ha⁻¹ ano⁻¹ de massa seca, sendo submetido ao corte em intervalos de oito semanas, fixando 3,8 mg dia⁻¹ planta⁻¹ de N, conferindo alto teor de proteína na matéria seca (entorno de 16,7%). A produção de sementes varia de 200 a 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e o corte para adubação verde ou fenação feito entre 90 e 120 dias.

O crescimento vegetativo é satisfatório em temperatura média de 25°C, necessitando de 1.125 mm ano⁻¹ de precipitação pluvial. O calopogônio não tolera a sombra excessiva, razão pela qual deve ser considerada alternativa no estágio inicial de implantação dos sistemas agroflorestais. Porém, são necessárias intervenções para a condução, pois o hábito trepador pode danificar plantas consortes.

Quanto à inoculação, não apresenta especificidade por bactérias diazotróficas e as sementes requerem tratamento para a quebra de dormência.

4.1.3 Lablabe (*Lab lab purpureus* sin. *Dolichos lablab*)

O lablabe é uma planta anual ou bianual, trepadora com hábito de crescimento indeterminado. Possui ampla adaptação, sendo tolerante à geada (WUTKE, 1993; FAHL et al., 1998). Atinge de 0,5 a 1,0 m de altura apresentando potencial de produção de 5 a 7 t ha⁻¹ de massa seca. A época de sementeira estende-se de outubro a março e o pleno florescimento ocorre entre 150 e 180 dias. O gasto de sementes para o plantio em linha e a lanço, respectivamente, é de 55 e 70 kg ha⁻¹, adotando-se o espaçamento de 50 cm entrelinhas, com 10 sementes m⁻¹ ou 20 sementes m² (WUTKE, 1993; FAHL et al., 1998).

Em muitos casos, os produtores utilizam o lablabe como cobertura viva do solo, para adicionar o nitrogênio e obter grãos para o consumo humano, além de prevenir a erosão, especialmente sob condições de sequeiro, quando 25% das primeiras chuvas caem na forma de tempestades. Nesse sistema, em áreas semi-áridas, a preparação do solo ocorre antes das chuvas e há a oportunidade de obter-se outros produtos conservando o solo (ALTIERI & NICHOLLS, 2008).

Nos sistemas agroflorestais, deve-se ter cautela devido o hábito trepador, demandando manejo periódico. Na Fazenda Coruputuba, está sendo cultivado perene há dois anos intercalado com palmeiras imperiais para a produção de grãos.

4.1.4 Cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*)

O cudzu tropical é uma leguminosa reptante das Fabáceas, nativa do Sudeste da China, que adquire hábito trepador com 0,4 a 0,8m de altura. Produz cerca de 20-30 t MF ha⁻¹ e 4-5 t MS ha⁻¹. Para o plantio recomenda-se o espaçamento 0,5m entre linhas, com 30-35 sementes m⁻¹ linear, sendo necessários 10 kg de sementes para o plantio de um hectare e a lanço, 12 kg ha⁻¹. A época ideal para o plantio vai de outubro a novembro (PIRAÍ, 2013). PERIN et al. (2000) recomendam o espaçamento de 0,25 cm entre sulcos na densidade de 10 plantas m⁻¹ linear.

O cudzu é perene de verão, rico em proteína com boa palatabilidade, sendo consorciado com gramíneas forrageiras, frutíferas e cultivado como banco de proteína. Como planta de cobertura, é utilizada principalmente no consórcio com culturas perenes, seringueira, palma (dendê), bananeira e coqueiro. Excelente aporte de biomassa e FBN, ESPÍNDOLA et al. (2005) consideram o cudzu tropical adaptado ao sombreamento e às baixadas úmidas, podendo ser preconizado para sistemas agroflorestais com guanandi, nas condições do Vale do Paraíba.

ESPÍNDOLA et al. (2006) obtiveram maiores pesos de cachos e pencas no cultivo de bananeiras com cobertura de cudzu, devido o aporte superior de fitomassa, proporcionando mais N acumulado da FBN e do rápido desenvolvimento vegetativo cobrindo o solo mais cedo.

Em sistema agroflorestal na Amazônia central, sob a floresta secundária, estabeleceu-se o cultivo de pupunha (*Bactris gassipaes*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) com cudzu para cobertura do solo. O sistema agroflorestal continha linhas de seringueira (*Hevea brasiliense*) de mesma idade das demais espécies. LEHMANN et al. (2000), aplicaram ¹⁵N a uma taxa de 1 kg ha⁻¹ por duas vezes, no início e no auge da estação chuvosa, na dose de 95,4 e 42,4 g N árvore⁻¹ de cupuaçu e pupunha, respectivamente. Os teores de ¹⁵N foram mensurados nas plantas e no solo durante um ano, constatando-se que mais de 70% do N aplicado foi absorvido pelas árvores e a puerária. Entretanto, na seca, a puerária captou a maior parte do N (>70%) abaixo das copas e na estação chuvosa, utilizou o N do cupuaçu (27–40%) e da pupunha (34–47%), com o cupuaçu obtendo de 12-26% do N da área com cudzu e a pupunha, um pouco menos (10-18%), com diferenças significativas apenas ao final da estação chuvosa. A concorrência para a absorção do N entre árvores foi insignificante e a reciclagem em superfície foi maior no cupuaçu (15% do ¹⁵N), seguido do cudzu (11%) e pupunha (3%). O cudzu mostrou-se importante para a ciclagem do ¹⁵N, absorvendo 31% em comparação ao cupuaçu (20%) e pupunha (21%). Entretanto, não transferiu N₂ para as culturas possivelmente devido à baixa atividade de raízes laterais e o elevado teor de N do solo pela adição do adubo mineral.

4.1.5 Feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)

O feijão de porco é uma planta herbácea anual, ereta que atinge de 0,8 a 1,0 m de altura, com potencial produtivo de 5 a 8 t MS ha⁻¹. Suas sementes de coloração branca não são recomendadas para o consumo humano ou animal, devido aos fatores antinutricionais. A espécie se destaca pela ação alelopática no controle plantas invasoras indesejáveis, principalmente da tiririca (WUTKE, 1993; FAHL et al., 1998). ESPÍNDOLA et al. (2005) consideram o feijão de porco adaptado ao sombreamento, podendo ser preconizado para estudos em sistemas agroflorestais.

A época de semeadura estende-se de outubro a janeiro e o pleno florescimento ocorre entre 90 e 100 dias. O gasto de sementes para semeaduras em linha e a lanço é, respectivamente, de 150 a 200 e 200 a 250 kg ha⁻¹. Para adubação verde, o espaçamento recomendado nas entrelinhas é de 50

cm e de 70 cm para a produção de sementes, com 7 sementes m⁻¹ e 14 sementes m⁻² (WUTKE, 1993; FAHL et al, 1998).

CHOWDHURY (2007) pesquisou a conservação dos solos na região de Iucatã, península Sul do México, outro *hotspot* de biodiversidade em risco pelo desmatamento. Para prolongar a fertilidade dos solos, uma vez que o manejo baseava-se no corte-queima-semeadura, realizou consórcios com adubos verdes (*Canavalia ensiformis* ou *Mucuna* spp.), constatando uma significativa redução na necessidade de desmatamento.

4.1.6 Crotalárias (*Crotalaria* sp.)

Crotalaria juncea

Crotalaria juncea é uma planta leguminosa da subfamília Fabaceae, anual arbustiva de crescimento ereto e hábito determinado. Atinge de 3,0 a 3,5 m de altura e pode aportar de 15 a 20 t ha⁻¹ de matéria seca. A espécie é originária da Índia e tem ampla adaptação aos trópicos. Produz fibras e celulose de alta qualidade para indústria de papel e outros fins, sendo preconizada para adubação verde em cultivo isolado, intercalada às culturas perenes, na reforma de canavial ou em rotação com culturas graníferas, sendo uma das espécies leguminosas de mais rápido crescimento inicial (FAHL et al., 1998).

Para o estado de São Paulo, a época ideal de semeadura vai de outubro a março podendo estender-se até abril em determinadas regiões para a produção de sementes. O pleno florescimento ocorre de 120 a 140 dias, com um gasto de sementes de 25 a 40 e 30 a 50 kg ha⁻¹, respectivamente, para semeaduras em linha e a lanço, no espaçamento entrelinhas de 50 cm. Na semeadura tardia, recomendam-se espaçamentos menores, com um gasto de 25 a 40 sementes m⁻¹ e 50 a 80 sementes m⁻². Cultivares preconizadas pelo IAC para o estado de São Paulo são: IAC-1 e IAC-KR1.

Crotalaria spectabilis

Crotalaria spectabilis é uma planta anual de crescimento inicial lento, ereta e de hábito determinado, atingindo de 1,0 a 1,5 m de altura e produzindo de 4 a 6 t ha⁻¹ de matéria seca. Possui ampla adaptação ecológica, sendo recomendada como planta-armadilha de nematóides formadores de galhas (*Meloidogyne incógnita* e *M. javanica*) (WUTKE, 1993; FAHL et al., 1998), *Pratylenchus* spp. (MONTEIRO, 1993) e do nematóide do cisto - *Heterodera* spp., hospedeira não multiplicadora dos mesmos. A época de semeadura estende-se de outubro a março e semeaduras tardias realizadas para produção de sementes. O florescimento ocorre de 100 a 120 dias do plantio. O consumo de sementes é de 9 a 12 kg ha⁻¹ e 12 a 15 kg ha⁻¹, respectivamente, para semeadura em linha e a lanço. O espaçamento entrelinhas recomendado é de 50 cm, porém, na semeadura tardia, deve-se adotar espaçamento menor, resultando de 25 a 40 sementes m⁻¹ e 50 a 80 sementes m⁻² (FAHL et al., 1998).

4.1.7 Paquinha - *Aeschynomene* spp.

Aeschynomene spp. pertence à família Leguminosae, Faboideae sendo que muitas leguminosas desse gênero são especificamente ondulantes por bactérias que realizam a fotossíntese no caule, como o *Bradyrhizobium* (GIRAUD et al., 2000).

Aeschynomene americana L. é uma planta herbácea anual tropical adaptada às condições de solo inundado, exibindo muita diversidade no hábito de crescimento e formato de planta, infestando, principalmente, áreas de cultivo de arroz irrigado por inundação. FERNADES et al. (1996) citam cerca de 160 espécies de *Aeschynomene* no mundo, 84 no continente americano e 52 no Brasil. EBERHARDT (1997) apud ADORYAN (2004), verificaram que a germinação de *Aeschynomene* é maior quando o solo não está completamente saturado e encontra-se na capacidade de campo, condições idênticas dos experimentos em várzea na Fazenda Coruputuba.

ADORYAN (2004) verificou que *Aeschynomene rudis* forma populações densas, inclusive nodulando em condições de solo saturado em várzeas com arroz.

Embora o teor de proteína bruta de *Aeschynomene* seja superior à alfafa, com bovinos revelando maiores ganhos de peso na Flórida (PRINSLEY, 1987), no Vale do Paraíba há relatos da

toxidez das sementes para o gado (ADORYAN, 2004).

Nos experimentos com guanandi nas várzeas da Fazenda Coruputuba, observou-se reduzida área foliar de plantas isoladas ao passo que populações em maciços resultaram em abundante fitomassa, sombreando o solo por completo.

No Vale do Paraíba, a distribuição de *Aschynomene selowii* (paricá) nas várzeas é regular, sendo a espécie considerada perene, com florescimento des entre dezembro e fevereiro e frutificação de fevereiro a março (ARANHA et al., 1980). Porém, em nossos trabalhos, verificou-se comportamento anual de *Aschynomene* spp. senescendo naturalmente.

4.2 Adubos verdes arbustivos

As espécies leguminosas propiciam aos sistemas agroflorestais a incorporação de grandes quantidades de nitrogênio na matéria orgânica, além de outros nutrientes ao solo, por meio da poda dos ramos e da queda natural das folhas. Torna-se importante a escolha de espécies que produzam regularmente boa quantidade de fitomassa, fixem nitrogênio em quantidade e reciclem outros nutrientes essenciais para as plantas consortes (INSTITUTO CABRUCÁ, 2012).

Uma das leguminosas arbustivas mais importantes é o guandu, amplamente utilizado no Brasil e em diversas partes do mundo. Recentemente, outras leguminosas arbustivas foram resgatadas e reintroduzidas no Brasil, tais como flemíngia e tefrósia, possibilitando incrementar as opções de uso em sistemas agroflorestais.

4.2.1 Guandu - *Cajanus cajan*

O feijão guandu é uma planta semi-perene da família Leguminosae Faboideae, utilizada na alimentação humana, animal e como adubo verde. Ocupa o sexto lugar no mundo em importância alimentar dentre todas as leguminosas cultivadas, extensivamente plantado na Ásia, para a alimentação humana e animal.

Apresenta porte ereto e desenvolvimento inicial lento, é resistente à seca e desenvolve-se adequadamente sob temperaturas elevadas na faixa de 18° a 30°C, obtendo-se de 8 a 12 t MS ha⁻¹ ano⁻¹. Porém, a maioria dos genótipos é sensível ao fotoperíodo apresentando resposta positiva ao florescimento em dias curtos (WUTKE, 1993; FAHL et al., 1998; AMABILE et al., 2000).

A época de semeadura vai de outubro a janeiro para a produção de fitomassa, podendo estender-se até março para obtenção de sementes em determinadas regiões não sujeitas à geada do estado de São Paulo, porpem, com a fase vegetativa reduzida sob dias curtos (AMABILE et al., 2000). O pleno florescimento ocorre de 150 a 180 dias (ciclo normal) e 90 a 120 dias (ciclo longo para o guandu anão).

Semeadura na primavera, obtém-se até 13 t MS ha⁻¹. A maioria dos cultivares tem duração de ciclo normal, mas há o guandu de ciclo curto, também conhecido como anão, cujas plantas são anuais de crescimento arbustivo ereto, com 1,0 a 1,2 m de altura e produção de 4 a 7 t MS ha⁻¹ (CALEGARI et al., 2002).

O guandu tem se mostrado excelente para uso em aleias, produzindo até 11 t MS ha⁻¹, incorporando até 283 kg N ha⁻¹ e 23 kg P ha⁻¹ (ALVES et al., 2004). SALMI et al. (2006), avaliaram seis genótipos em aleias obtendo produtividade média de 5,9 t ha⁻¹ com acúmulo entre 188 e 261 kg N ha⁻¹, de 7,2 a 9,4 kg P ha⁻¹ e 29,3 a 45,5 kg K ha⁻¹, destacando que 75% da fitomassa ainda encobria o solo 30 dias após a poda.

QUEIROZ (2006) avaliou a produção de fitomassa da parte aérea de sete espécies de leguminosas, dentre elas o guandu, entre os anos de 2003 e 2005. O guandu se destacou pelo acúmulo de N, P e K em aleias com ou sem adição de P. As maiores produtividades de fitomassa aérea foram obtidas pelo guandu, respectivamente 5,4 t ha⁻¹ e 6,0 t ha⁻¹. EIRAS (2011) cultivou feijão na mesma área em aleias, observando que o guandu não resistiu às podas após dois anos. Quando se objetiva o rendimento econômico de biomassa verde em cortes sucessivos, como é o caso do cultivo em aleias, deve-se considerar a rebrota e sobrevivência das plantas remanescentes, pois ambas características são favorecidas por alturas de corte mais elevadas (WUTKE, 1993).

A produção de massa seca em média é de 13 t ha⁻¹ (ALVARENGA et al., 1995;

ALCÂNTARA et al., 2000). ALVES et al. (2004), obtiveram em aleias com guandu 11 t MS ha⁻¹, incorporando ao sistema 283 kg N ha⁻¹ e 23 kg P ha⁻¹. Conforme a finalidade, alturas de corte podem variar, sendo as mais radicais quando as plantas forem destinadas a um único corte, pois resultam maiores rendimentos de biomassa (WUTKE, 1987). SALMI et al. (2006) avaliaram seis genótipos que não se diferenciam em relação à produtividade de fitomassa e ao acúmulo de nutrientes em aleias, apresentando padrões semelhantes de liberação dos nutrientes, maior para o K e menor para o N.

As cultivares recomendadas para São Paulo são a Kaki e IAC-Fava Larga, ambas de ciclo normal, e a IAPAR-43-Aratã de ciclo curto e porte anão. O gasto de sementes para adubação verde é de 60 a 80 kg ha⁻¹, para semeaduras em linhas e a lanço, respectivamente. A obtenção de sementes depende do espaçamento adotado, sendo necessárias de 20 a 60 kg de sementes por hectare. Para materiais de ciclo curto recomendam-se 25 a 30 kg ha⁻¹, para semeadura em linha e a lanço, respectivamente. O espaçamento entrelinhas para adubação verde é de 50 cm e para a colheita de sementes é de 50 a 100 cm, preferindo os menores espaçamentos para semeaduras tardias. A densidade de plantio para adubação verde é de 15 sementes m⁻¹ linear ou 30 sementes m⁻² e para materiais de ciclo curto, de 20 sementes m⁻¹ linear ou 50 sementes m⁻² (FAHL et al, 1998).

Na Índia, em ambientes com precipitação escassa variedades localmente adaptadas de guandu combinam os perfis nutricionais, tolerância a estresse ambiental, produtividade de fitomassa, nutrientes e manutenção da umidade do solo. A alta variabilidade genética é importante por possibilitar a seleção para genótipos para muitos ambientes distintos e marginais, onde a agricultura familiar está ameaçada por mudanças climáticas. Geralmente, em áreas com baixa umidade, os agricultores preferem cultivar espécies de plantas tolerantes à seca, tais como guandu, batata-doce, mandioca, milho e sorgo; e empregam técnicas de manejo que enfatizam a cobertura do solo (mulching) para reduzir a evaporação e a perda de umidade (ALTIERI & NICHOLLS, 2008).

O milho produzido em aleia de guandu apresenta bons rendimentos e a parte aérea da leguminosa ainda poderia ser utilizada como forragem para ruminantes (QUEIROZ, 2006). No caso de ser amplamente utilizado como cultura alimentar entre os pequenos agricultores, sua aceitação é ainda maior.

BELTRAME & RODRIGUES (2007) recuperam florestas com o plantio de guandu em consórcio com arbóreas, reduzindo a mortalidade e aumentando a área basal e a altura de todas as espécies florestais, independente do nicho ecológico. O guandu foi plantado entre as florestais nativas instaladas no espaçamento 2 x 4m, na densidade de uma e duas plantas de guandu para duas florestais, realizando-se o corte raso do guandu aos seis meses após o plantio em um dos tratamentos. Os efeitos positivos do consórcio perene possibilitam recomenda-lo para reduzir os custos na restauração ecológica e nos sistemas agroflorestais (BELTRAME e RODRIGUES, 2000).

4.2.2 Tefrosia - *Tefrosia candida*

A Tefrosia é uma espécie leguminosa arbustiva com 2,5 m de altura, ereta, originada na Ásia Tropical. Adapta-se aos solos ácidos e de baixa fertilidade natural. Propaga-se por sementes, apresentando-se ao pastejo ou como adubo verde (PERIN et al., 1996), realizando a FBN por meio da associação com *Rhizobium*.

Há registros feitos pelo Instituto Agrônomo, no ano de 1930, do cultivo da tefrosia em aleias para a proteção de cafeeiros contra ventos frios no estado de São Paulo, prevenindo à erosão, como adubo verde e fornecendo lenha. INFORZATO (1947) verificou que 99% em massa de raízes de *Tephrosia candida* se encontram nos primeiros 0,50 m de profundidade, em terra roxa, atingindo 3,85 m de profundidade, com massa total de raízes de 8,8 kg planta⁻¹, preconizando para o consórcio com o cafeeiro no espaçamento de 0,35 m, fornecendo ao solo, em 5 anos, 87 t de raízes ricas de nódulos bacterianos por alqueire (=36,3 t ha⁻¹).

O fruto de tefrosia é uma vagem com pericarpo pouco espesso, seco, coloração variando do marrom-claro ao marrom-escuro, uniloculado, observando-se em cada lóculo a presença de sete a onze sementes por fruto (OLIVEIRA et al., 2000). Nos Tabuleiros Costeiros no Piauí, *T. candida* é cultivada no espaçamento de 40 cm entre linhas e 20 plantas m⁻¹ linear em sistema irrigado, produ-

zindo 5,3 t MS ha⁻¹ 100 dias após a semeadura e 1,6 t ha⁻¹ de sementes aos seis meses de idade (ALVES & RICCE, 2006).

T. candida apresenta rotenóides em suas raízes com atividade inseticida, usados no controle de pragas antes do advento dos inseticidas organossintéticos e venenosa para peixes (JACOBSON & CROSBY, 1971 *apud* ALVES & RICCE, 2006).

4.2.3 Flemíngia - *Felimingia macrphylla*

A Flemíngia é um arbusto perene, ereto com média tolerância à seca da família Leguminosae, subfamília Fabaceae, originária da Ásia. Tem grande potencial de uso em sistemas agrícolas em aleias para cobertura morta, lenha, cerca viva e alimentação animal (ANDERSON et al., 2006). Suas características morfológicas benéficas para o uso em aleias estão relacionadas à parte aérea frondosa, multicaule proveniente da base da planta e produção de folheto com degradação lenta devido à alta concentração de taninos.

O crescimento inicial é lento, mas uma vez estabelecida, torna-se vigorosa apresentando boa rebrota após o corte em intervalos de 6 a 14 semanas a 1,0m de altura acima do nível do solo (SALMI et al., 2008).

A flemíngia cresce em solos de baixa a moderada fertilidade, adaptando-se aos mal drenados e ocasionalmente encharcados, com moderada a alta tolerância ao sombreamento. Produz de 3 a 12 t ha⁻¹ MS ano⁻¹ (www.tropicalforages), possibilitando recomendá-la para sistemas agroflorestais conforme avançam as pesquisas em diferentes condições ecológicas no Brasil.

Um problema dessa espécie é a dormência das sementes, também chamada de dureza. SALMI et al. (2008) recomendam a superação da dormência através da imersão das sementes em água quente a 90°C e posterior resfriamento natural ou a imersão em ácido sulfúrico concentrado obtendo o maior percentual de germinação, porém, gerando resíduo tóxico.

A produção de massa seca da flemíngia atingiu 4,0 t ha⁻¹ em Seropédica e 2,3 t ha⁻¹ em Avelar, 360 dias após transplante; diferenças estas associadas ao clima mais frio e seco de Avelar. A taxa de crescimento atingiu valor máximo aos 165 dias, na primeira floração, acumulando, respectivamente, 74, 5, 33, 25 e 8 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea. A percentagem de N da FBN foi de 76%, resultando em 57 kg ha⁻¹ de N (SALMI et al., 2013). Esses resultados possibilitam recomendar a flemíngia como adubo verde em cultivos em aleias.

4.2.4 Margaridão mexicano – *Tithonia diversifolia*

Tithonia diversifolia da família Asteraceae é uma planta arbustiva da América Central, presente na Colômbia, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Estados Unidos, Zanzibar e exótica nas Filipinas e no Quênia, conhecida como margaridão, girassol mexicano, botão de ouro, dentre outros nomes populares. É amplamente utilizada como cerca viva devido à exuberância de suas flores.

O margaridão contém metabólitos com propriedades farmacológicas, como atividade anti-malária, anti-inflamatória, anti-diarréica, anti-amébia, antimicrobiana e espasmolítica (TAIWO & MAKINDE, 2005; MADUREIRA et al., 2002). Sua propagação se dá por meio de estaquia, devido à dormência das sementes e à facilidade com que ocorre o pegamento, utilizando-se estacas de 20 a 30 cm de comprimento do terço médio das hastes verdes.

É uma espécie adequada para sistemas de pousio melhorado de ciclo curto, pois, restaura a fertilidade do solo incrementando a produtividade de culturas subsequentes, devido ao elevado nível de nutrientes na fitomassa (JAMA et al., 2000; MUCHANE et al., 2010; PARTEY et al., 2011). A análise foliar do margaridão revelou maior concentração de todos os macronutrientes em comparação com leguminosas utilizadas como mulch ou adubação verde na África tropical (JAMA et al., 2000). JAMA et al. (2000), também, constataram que o uso da fitomassa do margaridão em solo deficiente em P reforçou a atividade microbiana, aumentou a disponibilidade de P e incrementou o rendimento de grãos de culturas anuais.

Tithonia diversifolia também tem sido preconizada para a detoxificação de áreas contaminadas com chumbo, crescendo marginal às rodovias com tráfego pesado identificando-se elevadas

concentração do metal pesado nas folhas e raízes, sem que isso afete seu desenvolvimento ou expresse sintomas de toxidez (OLIVARES, 2003).

Assim como a maioria dos solos tropicais, no Oeste do Quênia há muitos problemas de deficiência nutricional, demandando a correção a fim de obter bons rendimentos. A melhor estratégia para corrigir essas deficiências foi integrar fontes orgânicas de nutrientes com fontes de P inorgânicos. Como destaque de fontes orgânicas, a transferência dos nutrientes de *Tithonia diversifolia* cultivada em sebes nos limites das propriedades rurais ou em pousio melhorado com espécies de rápido crescimento, conjugando plantas perenes lenhosas com o arbusto: *Sesbania sesban*, *Crotalaria grahamiana* e *Tephrosia vogelii*. Estas, forneceram P para as culturas, mas não tão alto para manter a produção em níveis econômicos. No entanto, forneceram suficientes quantidades de N e K para rendimentos de 3 a 4 t ha⁻¹ de milho (JAMA et al., 2000).

Em Gana, PARTNEY et al. (2011) observaram maior taxa de decomposição e liberação de nutrientes do margaridão em relação à *Senna spectabilis*, *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* e *Acacia auriculiformis*. A adição da fitomassa de margaridão e guandu (*Cajanus cajan*) antes da semeadura de feijão (*Phaseolus vulgaris*) não resultou em diferenças nas características do solo, exceto para o teor de potássio (K), mais elevado com o margaridão. O rendimento de feijão e a fitomassa de raízes foi superior com mulch, principalmente para os genótipos eficientes na fixação do P. O número de nódulos, também, foi maior com a adubação verde do margaridão em comparação à ausência do aporte de resíduos orgânicos (JORGE-MUSTONEN et al., 2013). O uso de resíduos de margaridão em um sistema de pousio de curta duração resultou em aumento na disponibilidade de fósforo no solo (MUSTONEN et al., 2013).

Na Costa Rica, rendimentos do feijoeiro foram significativamente maiores com aporte de fitomassa de margaridão adicionada ao solo como mulch (MUSTONEN et al., 2012). A fitomassa do margaridão, também, beneficiou as culturas do arroz e do milho (JAMA et al., 2000).

Algumas plantas têm altas concentrações de P na fitomassa, como ocorre com o margaridão (0,3 - 0,38% de P). A aplicação de P via adubação verde do margaridão pode ser vantajosa porque recicla formas indisponíveis no solo de maneira que torna esse nutriente mais acessível na forma orgânica para as culturas de interesse.

Em Marília, SP, o margaridão foi avaliado em sistemas agroflorestais com diferentes espaçamentos e fases de corte. No espaçamento 0,50 x 0,75 m, o aporte de massa seca no estágio de pós-floração (16 t ha⁻¹) superou o obtido em floração (7,5 t ha⁻¹), que por sua vez, superou o estágio de pré-floração (3,5 t ha⁻¹). No espaçamento 0,75 x 0,75 m, a produção foi superior no estágio de pós-floração, porém não diferiu dos estádios de pré e na floração. Os teores de celulose variaram de 30,95 a 36,38% (GUALBERTO et al., 2010). No Quênia, 257 ha são cultivados com o margaridão com potencial de obtenção de 85 t MS ha⁻¹ ano⁻¹ (RESEARCH REPORT, 2000).

4.3 Adubos verdes arbóreos

Espécies arbóreas estão cada vez mais sendo cultivadas em regiões de clima temperado e tropical, para fornecer madeira e fitomassa; principalmente em países em desenvolvimento. Em floresta tropical primária, KLINGE et al. (1975) demonstraram que a maior riqueza de espécies pertence às famílias *Leguminosae* (ocorrendo em todos os estratos), seguidas de *Sapotaceae*, *Lauraceae*, *Chrysobalanaceae* e *Rubiaceae*.

Espécies arbóreas leguminosas, tais como *Gliricidia sepium*, *Erythrina* sp., (MARADEI & FRANCO, 2000) e anjico preto (*Anadenanthera colubrina*) (CARVALHO, 1994) são propagadas por meio de estaquia, rebrotando abundantemente e se associando com bactérias diazotróficas (MATOS et al., 2005), sendo essenciais nos sistemas agroflorestais.

4.3.1 Gliricídia - *Gliricidia sepium*

Leguminosa arbórea originária da América Central e amplamente difundida nos trópicos; apresenta uso múltiplo, utilizada como quebra-vento, cerca-viva, forrageira para ruminantes, produção de madeira e adubo verde, com grande potencial para restaurar a fertilidade do solo em áreas

degradadas. Tolera solos ácidos e pobres, resiste a podas anuais, produz grande quantidade de fitomassa, concentrando mais nutrientes que outras leguminosas.

Por apresentar tolerância ao estresse hídrico, é preconizada para sistemas em aleias no semi-árido nordestino, no Brasil. A adubação verde da gliricídia como cerca-viva em sistemas agroflorestais fornece 5,5 t MS ha⁻¹ano⁻¹ aportando nutrientes, principalmente N-P-K e Mg (QUEIROZ et al., 2007).

No Agreste Paraibano, em Esperança, a gliricídia foi cultivada em fileiras espaçadas seis metros entre si e com um metro entre as árvores. A massa seca do folheto abaixo da fileira de árvores foi de 1,4 t ha⁻¹ e diminuiu gradativamente para 0,27 t ha⁻¹ a 3,0 m de distância das árvores. As concentrações de P, K e matéria orgânica leve abaixo das árvores foram maiores do que a 1,0 e 3,0 m de distância das fileiras. As médias mensais das temperaturas mínimas do ar e do solo foram similares e as médias mensais máximas do solo e do ar foram de 6 e 2 °C mais altas a 3,0 m de distância das árvores, respectivamente, com a umidade do solo significativamente menor abaixo das árvores do que a 1,0 e 3,0 m de distância. Assim, a cultura do milho produziu mais grãos e palha e acumulou mais nutrientes nas posições mais próximas das fileiras de gliricídia (MARIN et al., 2006). BARRETO & FERNANDES (2001), no estado do Sergipe, obtiveram 27 g kg⁻¹ de N na matéria seca da gliricídia.

A propagação da gliricídia pode ser feita por meio de sementes e estacas. A estaquia é a maneira mais praticada de propagação, plantadas no local definitivo ou enviveiradas (estacas finas) para produção de mudas em sacos plásticos, com pegamento entorno de 50 % em plantio direto e acima de 70 % na condição de viveiro.

MARIN et al. 2006, verificaram que a poda realizada ao final da época chuvosa associada à característica caducifólia ocasiona demora para a rebrota devido ao estresse hídrico, normal na região Sudeste. Já a poda durante a estação chuvosa permite vigoroso rebrote.

Devido à alta contribuição do N da folhagem, a espécie é consorciada com culturas anuais e perenes para suprir com seus resíduos parte da necessidade de adubação. BARRETO & FERNANDES (2001), no estado do Sergipe, obtiveram 27 g N kg⁻¹ de matéria seca da gliricídia.

Segundo QUEIROZ (2006), a gliricídia tem alta produtividade de fitomassa seca, incrementando a produtividade do milho, reduzindo a dependência por fertilizantes, que são onerosos para os agricultores familiares e a parte aérea da leguminosa ainda poderia ser utilizada como forragem para ruminantes (QUEIROZ, 2006).

Na Zâmbia, os agricultores preferem utilizar a gliricídia para pousios melhorados, porque é perene, melhora a fertilidade do solo através da fixação do N₂, produz feno verde para forragem de bovinos, lenha e sombra, possibilitando um arranjo agroflorestal de longo prazo. Consorciada com culturas anuais, a gliricídia mantém a fertilidade do solo e em matéria de controle da erosão, é mais vantajosa que o guandu, mucuna e crotalária, cobrindo a área por um longo período estruturando o solo através do sistema radicular mais desenvolvido (ZIANTONI, 2009).

Gliricidia sepium é a segunda árvore leguminosa mais popular distribuída nas fazendas para suporte de pimenta-preta (*Piper nigrum*) em regiões de baixa altitude, na Tanzânia, sendo a gliricídia (REYES et al., 2009).

4.3.2 Sesbânia – *Sesbania* spp.

Pertence à família Leguminosae Faboideae, é uma espécie pioneira com amplo potencial de regeneração de solos degradados por cavas de extração de argila (COUTINHO et al., 2006). Ocorre no estado de São Paulo, geralmente associada à beira de rios e brejos, fazendo associações simbióticas com *Rhizobium* e fungos micorrízicos arbusculares (FMA), que ajudam a absorver nutrientes pouco móveis, como o fósforo em solos ácidos e de baixa fertilidade natural.

Espécie pioneira, pertence ao subgênero Daubentonia, nativo das Américas, cujas espécies apresentam vagens tetra-aladas. De grande ocorrência no estado de São Paulo, geralmente está associadas à beira de rios e brejos. Cada planta de sesbânia produz em média 4,86 kg de fitomassa fresca, com rápido crescimento da parte aérea, importante em trabalhos de recuperação ambiental (FRANCO et al., 1994).

Populações de nematóides, particularmente o nematóide de galha, têm sido relatadas infestando o sistema radicular da sesbânia, reduzindo o crescimento. As galhas de raiz são muito diferentes dos nódulos de fixação biológica de nitrogênio (EVANS & MACKLIN, 1990). No Quênia, os nematóides são prejudiciais para determinadas culturas, tais como batata e a bananeira, mas há poucas evidências que crescendo em sesbânia nos sistemas agroflorestais vão criar problemas significativos a essas culturas consortes.

No Centro de Pesquisa Agroflorestal, a semeadura direta na profundidade de 3,0 cm de sulco foi a mais adequada para a germinação em comparação a 10 cm. Não houve efeito de pré-tratamentos na germinação, no crescimento inicial de plântulas e na partição de matéria seca. A semeadura direta é uma tecnologia que economiza o uso de mão de obra para a produção de mudas (OWUR et al, 2001).

A distribuição de *S. exasperata* nas várzeas do estado de São Paulo, incluindo o Vale do Paraíba, é considerada regular, com florescimento des entre janeiro e março, frutificando de abril a maio (ARANHA et al., 1980). Porém, na Fazenda Coruputuba, verifica-se a floração a partir de dezembro a janeiro e frutificação de fevereiro a março. Nesse local, as árvores são intensamente desfolhadas por vaquinhas (*Cerconota* sp) entre os meses de janeiro a maio.

4.3.3 Ingá – *Inga* spp.

O ingazeiro pertence à família Leguminosae, Mimosoideae, com zona de ocorrência do México ao Uruguai (LÉON, 1998). No Brasil, distribui-se do estado de São Paulo ao Rio Grande do Sul, comum na beira de rios e planícies aluviais, preferindo solos úmidos até brejosos nas matas ciliares e florestas ripárias. O habitat natural é a Floresta Atlântica (TORRES et al., 1994). Os frutos são consumidos pelo homem e muito procurados pela fauna silvestre.

Para LÉON (1998), a distribuição do gênero *Inga* pelas regiões tropicais está associada ao uso por populações tradicionais, destacando *I. cinnamomea* e *I. edulis*. Porém, há outros genótipos promissores, como a variedade *I. fagifolia* (= *I. laurina*), encontrado somente sob cultivo e *I. macrophylla*. O centro de menor utilização de *Inga* como árvore frutífera situa-se na região Sudeste do Brasil. Outras variedades promissoras encontradas são: *I. affinis* (= *I. vera*), *I. barbata*, *I. sessilis* e *I. uraguensis* (= *I. vera*), que são plantados ou coletados naturalmente. Estimam-se cerca de 300 espécies de *Inga* (PENNINGTON, 1998).

No centro da Mesoamérica (México ao NW da Costa Rica), são registradas plantas cultivadas após a colonização europeia. Na Guatemala, El Salvador e Costa Rica *I. jinicuil* sombreia o cafeeiro. Na região amazônica, a domesticação do ingazeiro por populações indígenas se deu simultânea a outras espécies tradicionais, como mandioca, urucum (*Bixa orellana*), amendoim, guariroba (*Campomanesia lineatifolia*) e o abacaxi (LÉON, 1998).

Estudos do crescimento do ingazeiro tem se concentrado em uma espécie singular *I. edulis*, sendo a origem do cultivo incerta, provavelmente na Amazônia. Em Honduras e no Equador, aos três anos de idade, *I. edulis* apresentou 15 m de altura e 15,5 cm de diâmetro, em média, sem diferir de *I. oerstediana* e *I. vera* em Honduras, e *I. ilita*, *I. densiflora*, *I. alata* no Equador, no mesmo intervalo de tempo. Isto resultou, em média, no controle de 80% das espécies invasoras indesejáveis nos cafezais (PENNINGTON, 1998). No espaçamento 3x3m, as espécies mais produtivas aportaram 18,6 (*I. ilita*) e 24,9 t MS ha⁻¹ (*I. edulis*).

No Equador, do total de fitomassa otida por árvore de *I. oerstediana* aos três anos de idade, 15 kg eram de massa seca de ramos e 10 kg de folhas (3x3m). O *Inga* é a única leguminosa lenhosa que tem ampla variabilidade genética com histórico de uso em sistemas agroflorestais. Quando comparada com outras espécies arbóreas leguminosas, como gliricídia e eritrina, tem ampla vantagem no crescimento, produção de fitomassa, valor calorífero (MURPHY & YAU, 1998), produção de frutos comestíveis e habilidade competitiva (PENNINGTON, 1998).

Inga realiza associação com bactérias endofíticas do gênero rizóbio e/ou endomicorrizas simbiotes. Muito utilizado em muitos sistemas agroflorestais para prover fitomassa para espécies consortes, mediante poda frequente, diminui inicialmente a intensidade de infecção desses organismos, recuperada cerca de 60 dias após o corte (FERNANDES, 1998).

HANDS (1998) destacaram os seguintes benefícios do uso de *Inga* em solos ácidos nos sistemas de *alley cropping*: alta produtividade, tolerância à poda, FBN, resíduos recalcitrantes e mais estáveis no solo, resistência aos patógenos radiculares (*Meloidogyne* spp.), proteção para espécies consortes por meio do abrigo de espécies agressivas predadoras associadas aos nectários extraflorais, supressão de plantas invasoras, diversidade de espécies e usos múltiplos.

Na Amazônia, 14 % das plantas identificadas como "não cultivadas" são úteis e foram selecionadas no processo descrito como "segunda fase de domesticação". Árvores foram incorporadas em sistemas agrícolas durante os últimos milênios, sendo que algumas espécies se regeneram mais facilmente do que outras, razão porque *Inga*, *Rheedia* e *Genipa* são tão comuns nos *homegardens* (PENN, 2006).

ALEGRE et al. (1998) comparou o aporte de nutrientes de *I. edulis* aos 29 meses de idade, acima e abaixo do solo, em um sistema agroflorestal em comparação à floresta secundária. O SAF aportou mais N (302 kg ha^{-1} x 153 kg ha^{-1}) e Ca (150 kg ha^{-1} x 89 kg ha^{-1}) que a floresta, ao passo que as diferenças não foram significativas para os demais nutrientes: P (23 kg ha^{-1} x 15 kg ha^{-1}), K (127 kg ha^{-1} x 176 kg ha^{-1}) e Mg (27 kg ha^{-1} x 30 kg ha^{-1}), destacando o potencial em prover condições para a obtenção de produtos, tais como: caupi, arroz, azará (*Eugenia stipitata*) e palmito pupunha por mais de 10 anos.

Os sistemas agroflorestais multiestrato contendo árvores leguminosas com espécies frutíferas na região central da Amazônia foram benéficos para a dinâmica do N no solo, possibilitando o cultivo de espécies frutíferas (SCHWENDENER et al., 2007). GÖTSH (1992) destaca que o gênero *Inga* sp. abrange árvores pioneiras transicionais para a floresta virgem, com ciclo de vida de 20 a 80 anos em sistema multiestrato.

4.3.4 Erytrina – *Erythrina* spp.

Erythrina é pantropical, composta por 112 espécies, 70 neotropical, 31 asiáticas e 12 africanas. Somente a espécie *Erythrina fusca* ocorre no novo e velho mundo. O gênero é provavelmente de origem sulamericana, mas a capacidade das sementes de flutuar e manter a viabilidade após imersão prolongada em água salgada e os prováveis ambientes fluviais, costeiros ou estuarinos habitados por espécies ancestrais, resultando na distribuição em todo o mundo. A polinização é feita por pássaros havendo alta capacidade de hibridização resultando em uma diversidade morfológica e ecológica dentro e entre espécies (KLASS, 1998).

O gênero *Erythrina* spp. é encontrado em todo trópico e em clima subtropical, incluindo áreas extremamente secas, como no deserto de Kalahari, na África. Acredita-se que a especiação deve-se à limitação de zonas ecológicas. *Erythrina edulis* ocorre na Cordilheira dos Andes, onde é alimento humano. *E. fusca* habita regiões costeiras dos trópicos, tolerando a salinidade e a inundação. *E. berterona* é utilizada como cerca viva ao nível do mar até em altitudes superiores a 2.000 m, na América Central e do Sul, com precipitações que variam de 800 a 5.000 mm ano⁻¹. Em Turrialba, Costa Rica, os clones *E. peoppigiana* e *E. berterona* produziram de 12 a 16 t MS ha⁻¹ ano⁻¹ sob pH 4,0 (CAMACHO et al., 1993). *E. variegata* é a mais utilizada no subcontinente indiano e arquipélagos do Oceano Índico de Madagascar, Indonésia, até Nova Guiné, Polinésia, Micronésia e Marquesas (NEILL, 1988).

Na Índia, o uso de tutores vivos ou moirões vivos foi estabelecido com sucesso no cultivo de pimenta preta (*Piper nigrum*). Dentre as espécies mais utilizadas, destacam-se *Erythrina indica* e *E. lithosperma*, além de gliricídia, leucena e *Garuga pinnata*; menos frequentes, *Alianthus malabarica* em baixas altitudes e *Grevillea robusta* em regiões mais elevadas (DINESH et al., 2013).

VIHEMÄKI (2001) relatou que *Erythrina indica* e *E. lithosperma* são as espécies de árvores leguminosas mais utilizadas como suporte de pimenta-preta (*Piper nigrum*) em regiões de baixa altitude, na Tanzânia.

4.3.5 Anjico preto – *Anadenanthera colubrina*

O anjico-preto é uma arbórea nativa da família Leguminosae, subfamília Mimosoideae de ampla ocorrência nas várzeas e terraços fluviais do rio Paraíba do Sul, recomendada para os trópicos

úmidos e sub-úmidos (SILVA et al., 2007).

Sua copa caracteriza-se pelos ramos arqueados com folhas compostas bipinadas e sésseis que deixam passar a luz ocupando um quarto do total da altura da árvore. Nos solos profundos, tem caule ereto, porém nos solos com impedimento, como nos tabuleiros e várzes, revela-se tortuoso.

Na caatinga, atinge altura entre 3 e 15 m, porém, em condições mais favoráveis, supera 20 ou até 30 m de altura e diâmetro a altura do peito de até mais de um metro (MONTEIRO et al., 2006).

Possui glândulas de coloração preta elíptica localizadas no pecíolo junto à inserção da folha. A casca do anjico-preto apresenta variações na cor (clara, acinzentada, castanho-avermelhada, escura), textura (coberta de acúleos, escura, gretada, áspera, arestas salientes; ou com poucos acúleos, lisa, com fissuras longitudinais pouco profundas), exsudando goma-resinosa amarelada a avermelhada. Suas flores brancas ou amarelo-esverdeadas são pequenas dispostas em capítulos globosos axilares ou terminais com cheiro suave bastante apreciada por abelhas nativas.

O fruto é uma vagem de até 32 cm de comprimento de coloração castanho-avermelhada, com superfície rugosa e dotada de pequenas excrescências e com bordos espessados e levemente constrictos entre as sementes, contendo de 8 a 15 sementes. A vagem é deiscente e as sementes achatadas de cor marrom-avermelhadas a escuras, brilhantes com diâmetro entre 1 e 2 cm.

As raízes são pivotantes, porém, as plantas juvenis formam pequenos tubérculos lenhosos não vistos na planta adulta, que apresentam raízes superficiais mais desenvolvidas. A madeira do anjico-preto é pesada de coloração castanho-amarelada quando recém-cortada, passando a castanho-avermelhada e escurecendo para vermelho-queimado, com abundantes manchas, produzindo um belo desenho, sendo de grande durabilidade natural e alta resistência ao apodrecimento (LORENZI, 1992).

Árvore decídua, heliófila e tolera ligeiro sombreamento na fase juvenil. É pioneira ou secundária inicial de rápido crescimento, vegetando na sombra ou ao sol em solos secos e úmidos, preferindo solos férteis e profundos, mas com grande adaptabilidade a todos os tipos de solos, incluindo os rasos e compactados, preferindo os secos e aluviões (LORENZI, 1992).

A regeneração natural ocorre de maneira vigorosa por sementes sem dormência, sendo intensa a rebrota após o corte, podendo ser propagada por estaquia. Por apresentar brotação após corte, é recomendado para sistemas agroflorestais visando madeira, biomassa e sombreamento (CARVALHO, 1994; SILVA et al., 2007). Produz grande quantidade de sementes viáveis dispersas pelo vento e pela fauna (formigas e maritacas, p.ex.). As plântulas são resistentes ao dessecação do solo pela presença de órgão de reserva com água e amido nas raízes estabelecidas. Tem rápido crescimento, mas não é longeva.

As sementes tostadas, moídas e misturadas com cinzas ou com um pó à base de conchas queimadas eram utilizadas pelos índios na Colômbia e Venezuela, onde recebeu o nome de Yopo. Essa mistura psicodélica, também, era utilizada pelos índios na região sul do Amazonas. O Yopo é inalado, utilizando longos bambus ou tubos, feitos a partir de ossos de pássaros (MONTEIRO et al., 2006).

MARINOTTO et al. (2012) testaram no Cerrado o consórcio do anjico-preto (3x3 m) com mandioca (1,0x0,6 m), com ou sem adubação fosfatada. O Cerrado é um dos mais importantes “hotspots” para a conservação da biodiversidade, tendo mais de 50% do território substituído por pastagens e culturas anuais, com taxas de desmatamento superiores às da floresta Amazônica (KLINK & MACHADO, 2005). Aos 20 meses, a sobrevivência do anjico foi de 99%, sem que a adubação favorecesse seu desenvolvimento e a produtividade de mandioca não foi afetada pelo consórcio em comparação ao cultivo solteiro. O anjico apresentou mais de 2,0m de altura aos 20 meses de idade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies selecionadas possuem especificidades ecofisiológicas que possibilitam recomendá-las para estudos nos diferentes ambientes (várzea e/ou terraço fluvial).

Na várzea, foram introduzidas a herbácea paquinha, a arbustiva flemíngia e as arbóreas sesbânia, ingá, eritrina e anjico.

No terraço, o guandu está consorciado com as mesmas arbóreas instaladas na várzea.

Neste trabalho foram introduzidas apenas as espécies acima citadas, existindo um elenco de espécies não relacionadas que ainda podem compor os sistemas agroflorestais no Vale do Paraíba, como no caso das reptantes amendoim/várzea e cudzu/terraço, para cobertura perene do solo visando ocupar todos os estratos da sucessão.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORYAN, M. L. Efeitos de densidades de *Aeschynomene rudis* Benth. e seu controle com o herbicida e-thoxysulfuron em duas épocas de aplicação na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. 2004. 68 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2004.

ALCÂNTARA, F. A. de, et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 35(2): 277-288, 2000.

ALEGRE, J.C. et al. The potential of *Inga* species for improved woody fallows and multistrata agroforests in the Peruvian Amazon Basin. In: *The genus Inga utilization*. Ed. PENNINGTON, T.D & FERNANDES, E.C.M. The Royal Botanic Gardens, p.87-100, 1998.

ALTIERI, A. & NICHOLLS, C. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores. *Agroecología* 3: 7-28, 2008.

ALVARENGA, R.C. et al. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 30(2):175-185, 1995.

ALVES, S.A. & RICCE, W.da S. Estudos de espaçamentos para *Tephrosia cândida*. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 36, n. 3, set./dez. 2006.

ANDRADE, C. M. S. de & VALENTIM, J. F. Adaptação, produtividade e persistência de *Arachis pintoi* submetido a diferentes níveis de sombreamento. *R. Bras. Zootec.*, v. 28, n. 3, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35981999000300001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 abr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35981999000300001>.

ANGELI, A. et al. *Calophyllum braziliense* (Guanandi). Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, IPEF. <http://www.ipef.br/identificacao/calophyllum.brasiliense.asp>

ARANHA, C. et al. Plantas invasoras de várzea no estado de São Paulo. *Planta Daninha*, v.3, n.2, p. 85-95, 1980. Acesso em: 23 abr. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pd/v3n2/a04v3n2.pdf>

ASAAH, E.K. et al. Trees, agroforestry and multifunctional agriculture in Cameroon. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9(1), p.110-119, 2011. doi:10.3763/ijas.2010.0553.

ALVES, S. M. C. et al. (2004) Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após incorporação de biomassa de guandu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(11): 1111-1117.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000.

ANUNCIÇÃO, G.C.F. Influência da adubação verde na fertilidade do solo cultivado com *Coffea arabica* L. e análise dos macronutrientes. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – *Campus Muzambinho*. Muzambinho, 2010.

AYRES, J.M. [et al]. *Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil*. Belém, PA : Sociedade Civil Mamirauá, 256p., 2005.

BALLIETT, A. Terra Preta. Magic Soil of the Lost Amazon. *ACRES*, Austin, TX, V. 37, n. 2, 2007.

BARRETO, A.C. & FERNANDES, F.M. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria do solos dos tabuleiros costeiros. *Pesq. Agropec. Bras.*, 36:1287-1293, 2001.

BARRETO, M. & SAHR, C. L. L. Os faxinais e erva-mate: a incorporação da produção camponesa ao movimento da indústria capitalista. *Terr@ Plural*, Ponta Grossa, 1 (2) 73-83, 2007. <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/tp/article/viewFile/1153/867>

BOLEY J. D., DREW, A. P. & ANDRUS, R. E. (2009) Effects of active pasture, teak (*Tectona grandis*) and mixed native plantation on soil chemistry in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 257, 2254-2261

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Boas Práticas Agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. (Ed.) SCHEFFER, M.C.; CORREA JUNIOR, C.. (Coord.) UDRY, M.C.; MARQUES, N.E.; KORNIEZUK, R.M.P. MAPA/SDC: Brasília. 2006.48p.

BRASIL. Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 369, de 28 de março de 2006. Diário Oficial da União, n. 61. Brasília, de 29 de março de 2006. Seção 1. p.150-151.

BELTRAME, T. P. & RODRIGUES, E. Feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração de florestas tropicais. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 28, n. 1, p. 19-28, jan./mar. 2007. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2544/2180>

- BUTTERFIELD, R., FISHER, R.. Untapped potential: native species for reforestation. *Journal of Forestry*. 92(6): 37 – 40. 1994.
- CALDEIRA, P. Y. C. Sistemas agroflorestais em espaços protegidos [recurso eletrônico] / CALDEIRA, P. Y. C.; CHAVES, R. B. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. 1.ed atual.. 2ª reimpr. São Paulo : SMA, 2011.36 p.
http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Repositorio/222/Documentos/SAF_Digital_2011.pdf
- CALEGARI, A. et al. Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 346 p.
- CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura. *Agroecologia Hoje*, Botucatu, v. 2, n. 14, p. 14-17, 2002.
- CAMACHO, Y. et al. Variacion clonal de tres especies del genero *Erythrina*. In: *Erythrina in the New and Old Worlds*. (1993). NFTA-CATIE. (In press.)
- CAMPELLO, E.F. et al. Sistemas agroflorestais na Mata Atlântica; a experiência da Embrapa Agrobiologia. Embrapa Agrobiologia, 7p., 2007. Comunicado Técnico, 21.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras. Recomendações Silviculturais, potencialidades e uso da madeira. EMBRAPA-CNPQ. Brasília. 1994. 640p.
- CASTELLANI, D.C. et al. Agroforestry systems as a strategy for sustainable production of oil palm in the Brazilian Amazon. Australian Centre for International Agricultural Research, Austrália, 5p. (sem data). Disponível em: http://aci.gov.au/files/node/14068/agroforestry_systems_as_a_strategy_for_sustainable_40426.pdf Acesso em: 16 abr. 2013.
- CASTRO, A. P. et al. Os sistemas agroflorestais como alternativa de sustentabilidade em ecossistemas de várzea no Amazonas. *Acta Amaz.* [online]. 2009, vol.39, n.2, pp. 279-288. ISSN 0044-5967. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000200006>.
- CASTRO, C.M. de. Pinhão manso: alternativa econômica, ambiental e social para o Vale do Paraíba. APTA, 54p., 2011. (Relatório de pesquisas - Edital nº39/2007, CNPQ)
- CHOWDHURY, R. 2007. Household land management and biodiversity: secondary succession in a forest-agriculture mosaic in southern Mexico. *Ecology and Society*, v. 12, n.2, p. 31. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art31/> Acesso em: 12 abr. 2013.
- COSTA et al. Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, v. 39, n.4, p. 843 – 850, 2009.
- COUTINHO, M. et al. Crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. plantadas em uma área degradada por extração de argila. *Floresta, América do Norte*, 35, mar. 2006. <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/4608/3576>. Acesso em: 16 Jul. 2012.
- CUNHA, T. J. F.; MADDARI, B. E.; CANELLAS, L. P.; RIBEIRO, L. P.; BENITES, V. DE M.; SANTOS, G. DE A. Soil Organic Matter and Fertility of Anthropogenic Dark Earths (Terra Preta de Índio) in the Brazilian Amazon Basis. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:85-93, 2009.
- DALCOMO, J.M. et al. Avaliação de leguminosas perenes para a cobertura do solo em pomar cítrico no município de Jerônimo Monteiro, ES. Embrapa Agrobiologia, n.36, p.1-8, 1999. (Comunicado Técnico)
- DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. Disponível em: <http://www.planetaorganico.com.br/daroltsist.htm>. Acesso em: Julho de 2002.
- DARONCO, C. et al. Consórcio de espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para restauração de mata ciliar. *Revista Árvore*, v.36, n.2, p.291-299, 2012.
- DAS, D.K. & CHATUVERDI, O. P. Structure and Function of *Populus deltoides* Agroforestry Systems in Eastern India: 1. *Dry matter dynamics*. *Agroforestry Systems*, v.65, n.3, p. 215-221, 2005.
- DE COSTA, W.A.J.M. & ATAPATTU, A.M.L.K. Decomposition and nutrient loss from prunings of different contour hedgerow species in tea plantations in the sloping highlands of Sri Lanka. *Agroforestry Systems*, v. 51, n. 3, pp 201-211, 2001. Acesso em: 16 abr. 2013. DOI 10.1023/A:1010772209966.
- DEVIDE, A.C.P. & CASTRO, C.M.de. Mandioca: múltiplos usos na transição agroecológica. *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 7, n. 23, setembro de 2010. http://www.apta regional.sp.gov.br/index.php/component/docman/doc_view/778-mandioca-multiplos-usos-na-transicao-agroecologica?Itemid=275
- DEVIDE, A. C. P et al. Desenvolvimento do Guanandi (*Calophyllum brasiliense*) em dois ambientes visando à conversão agroflorestal. *Anais... VIII CBSAF*, Belém, PA : SBSAF : Embrapa Amazônia Oriental : UFRA : CEPLAC : EMATER : ICRAF, 2011. 7pg.
- DINESH, R. et al. Tree species used as supports for Black pepper (*Piper nigrum* L.) cultivation. Focus on Pepper, v.2, n.1, 2005. Disponível em: <http://www.ipcnet.org/images/fop20051-14dinesh.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2013.
- DOBEREINER, J.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Alternatives for nitrogen nutrition of crops in tropical agriculture. *Fertilizer Research*, The Hague, v.42, p. 339-346, 1995.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAM, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A., (Ed.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: SSSA, 1994. p. 3-21.
- DUBOIS, Jean C.L. (org.) - Manual Agroflorestal para a Amazônia. Rio de Janeiro, REBRA / Fundação Ford, 2ª ed 1996, 228 pg.

- DUNN, B. S. Brazil: The Home for Southerners: or, a practical account of what the autor, and others, who visited that country, for the same objects, saw and did while in that empire. Stanford U., New Orleans, 272p., 1866. http://books.google.com.br/books?id=MAAsNAAAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- EIRAS, P.P.; COELHO, F.C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. *Interscience Place*, 96-124, 2011. Disponível em: <http://www.interscienceplace.org/interscienceplace/article/viewFile/124/208>. Acesso em: 1 abr. 2013.
- ESPÍNDOLA, J.A. de A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIRA, D.L. de. Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. In: *Agroecologia: Princípios e Técnicas para uma Agricultura Orgânica Sustentável*. Eds. AQUINO, A.M. de & ASSIS, R.L. de. Brasília, DF, Embrapa, Informações Tecnológicas. p. 437-451, 2005.
- ESPÍNDOLA, J.A. de A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 1997. 20 p. (Embrapa - CNPAB. Documentos, 42).
- ESPÍNDOLA, J.A. de A. et al. Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica. *Seropédica, Embrapa Agrobiologia*, 2004. 24 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 174).
- ESPÍNDOLA, J.A. de A. et al. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. *Pesq. agropec. bras.*, v. 41, n. 3, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000300007&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 21 abr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000300007>.
- ESPÍNDOLA, J. A. A. et al. Adubação verde com leguminosas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 49 p.
- EVANS, DO & MACKLIN B. Perennial Sesbania species in agroforestry systems. Proceedings of a workshop, 27-31 March 1989. Nitrogen Tree Fixing Association, Paia, Hawaii, Nairobi, Kenya, 1990.
- FARIA, S.M. de. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. *Soil Biology and Biochemistry*. Oxford, v.29, n.5/6, p.897-903, 1997.
- FAVERO, C. et al. Recuperação de área degradada com sistema agroflorestal no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. *Rev. Árvore, Viçosa*, v. 32, n. 5, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622008000500011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 abr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000500011>.
- FAO. 2013. Advancing Agroforestry on the Policy Agenda: A guide for decision-makers, by G. BUTTOUD, in collaboration with O. AJAYI, G. Detlefsen, F. Place & E. Torquebiau. Agroforestry Working Paper no. 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome. 37 pp.
- FAVERO, C. et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, p.1355-1362, 2001.
- FERNANDES, E.F.P. et al. Produtividade de leguminosas em sistema agroflorestal. In> Resumos... 47^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, UFBA, 3p., 2010. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44164/1/AAC-Produtividade-de-leguminosas.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2013.
- FAHL, J.I.; CAMAERGO, M. B. P. De; PIZZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T. de; De Maria, I. C.; FURLANI, A. M. C. et al. (Eds.) Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas, Instituto Agrônomo, 6.ed. rev. atual. 1998. 396p. (Boletim 200)
- FERNANDES, E.C.M. Nodulation and Nitrogen Fixation in the Genus *Inga*. In: The genus *Inga* utilization. Ed. PENNINGTON, T.D & FERNANDES, E.C.M. The Royal Botanic Gardens, p.41-52, 1998.
- FLORES, E. M. *Calophyllum braziliense* Cambess. Part II – Species Descriptions. Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica, Costa Rica. 353-356.
- FRANCO, A.A. et al. Revegetação de solos degradados. *Seropédica: Embrapa – UAPNPBS*, 1992. 9p. (Embrapa/UAPNPBS. Comunicado Técnico, 9).
- FRIDAY, J. B.; OKANO, D. *Calophyllum inophyllum* (kamani). In Elevitch, C. R. (ed.). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), ver. 2.1, 17p. 2006. Hōlualoa, Hawai'i. <http://agroforestry.net/tti/Calophyllum-kamani.pdf>
- FRIDAY, J. B.; OGOSHI, R. (revised). Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Tamanu (*Calophyllum inophyllum*). In Elevitch, C. R. (ed.). Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR). Hōlualoa, Hawai'i, 13p., 2011. http://agroforestry.net/scps/Tamanu_specialty_crop.pdf
- GASPAROTTO JR., A.; BRENZAN, M. A.; PILOTO, I. C.; CORTEZ, D. A. G.; NAKAMURA, C. V.; DIAS, FILHO, B. P.; RODRIGUES FILHO, E.; FERREIRA, A. G. Estudo fitoquímico e avaliação da atividade moluscicida do *Calophyllum brasiliense* Camb (Clusiaceae). *Quím. Nova* [online]. 2005, vol.28, n.4, pp. 575-578. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000400003
- GIACOMINI, S.J. et al. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.*, 38:1097-1104, 2003.
- GIRAUD, E.; HANNIBAL, L.; FARDOUX, J.; VERMÉGLIO, A.; DREYFUS, B. Effect of *Bradyrhizobium* photosynthesis on stem nodulation of *Aeschynomene sensitive*. *Proc Natl Acad Sci*, v.97(26); Dec 19, 2000. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC18998/?tool=pubmed>

- GUALBERTO, R. et al. Influência do espaçamento e do estágio de desenvolvimento da planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. *Nucleus*, v.7, n.2, 2010
- GÖTSH, E. Natural succession of species in agroforestry and in soil recovery. 19p. Disponível em: http://www.agrofloresta.net/static/artigos/agroforestry_1992_gotsch.pdf. Acesso em: 10 abr. 2010.
- GÖTSH, E. Break-through in Agriculture. AS-PTA, Rio de Janeiro. 1995. 18p.
- HANDS, M.R. The uses of *Inga* in the acid soils of the rainforest zone: alley-cropping sustainability and soil-regeneration. In: The genus *Inga* utilization. Ed. PENNINGTON, T.D & FERNANDES, E.C.M. The Royal Botanic Gardens, p.53-86, 1998.
- HILDRETH, L.A. The economic impacts of agroforestry in the Northern Plains of China. *Agrofor Syst*, 72, p.119-126, 2008.
- INFORZATO, R. Estudo do sistema radicular de *Tephrosia candida* D. C. *Bragantia*, Campinas, v. 7, n. 2, 1947. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051947000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 abr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051947000200002>.
- INSTITUTO CABRUCÁ. Experiências com Adubação Verde, Policultivos e Sistemas Agroflorestais no Litoral Sul da Bahia. Instituto Biofábrica de Cacau. Itabuna, Bahia: 2012. 54p.
- IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. *Rev. bras. Bot.*, São Paulo, v. 20, n. 2, Dec. 1997. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84041997000200005&lng=en&nrm=iso>.
- JAMA, B. et al. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. *Agroforestry Systems*, 49, 201-221, 2000. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1006339025728>
- KANG, B.T. Potential for sustainable agroforestry and alley farming in tropical Africa. Cap.2. Ed. 1993. *Soil Resources, Management and Conservation Service Land and Water Development Division, FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. Soil tillage in Africa: needs and challenges. FAO SOILS BULLETIN 69*. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/T1696E/T1696E00.htm> Acesso em: 2 abr. 2013.
- KASS, D. L. Alleycropping of annual food crops with woody legumes in Costa Rica. Presented at the Seminar on Advances in Agroforestry, Sept. 1-11, 1985, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1985.
- KAWAGUCHI, C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Diversidade genética de três grupos de indivíduos (adultos, jovens e plântulas) de *Calophyllum brasiliense* Camb. em uma população de mata de galeria. *Scientia florestalis*, n. 59, p. 131-143, 2001. <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr59/cap10.pdf>
- KERN, D. C.; RODRIGUES; SOMBROEK, W. *Distribution of Amazonian Dark Earths in the Brazilian Amazon*. In: J. Lehmann, D.C.; Kern, B. Glaser. *Amazonian Dark Earths: origin, properties, Management*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p. 51-75, 2003.
- KLASS, D. L. 2.6 *Erythrina* Species - Pantropical Multipurpose Tree Legumes. In: *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Eds. GUTTERIDGE, R.C, SHELTON, H.M., Tropical Grassland Society of Australia, 1998. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Publicat/Gutt-shel/x5556e00.htm#Contents>
- KLINGE, H. et al. 1975. Biomass and structure in a Central Amazonian rain forest. In: GOLLEY, F.F.; MEDINA, E. (Eds). *Tropical Ecological Systems 11. Trends in Terrestrial and Aquatic Ecology*. New York, Springer-Verlag Berlin. p.115-122.
- KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, v.1, n1., p. 147-155, 2005. Disponível em: http://www.conservacao.org/publicacoes/files/20_Klink_Machado.pdf. Acesso em: 2 fev. 2011.
- KRONKA, F.J. N. et al. Mapeamento e quantificação do reflorestamento no Estado de São Paulo. *Florestar Estatístico* 6(14): 19-27. 2003.
- LEHMANN, J. et al. Nitrogen use in mixed tree crop plantations with a legume cover crop. *Plant and Soil* 225: 63-72, 2000.
- LÉON, J. History of the utilization of *Inga* as fruit trees in Mesoamerica and Peru. In: The genus *Inga* utilization. Ed. PENNINGTON, T.D & FERNANDES, E.C.M. The Royal Botanic Gardens, p.5-14, 1998.
- LINO, C.F.; ALBUQUERQUE, J.L. de; DIAS, H. *Mosaicos de unidades de conservação no corredor da Serra do Mar*. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 96 p. 2007. (Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série 1 Conservação e Áreas Protegidas; 32).
- LORENZI, H. Árvores brasileiras. Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa. Ed. Plantarum. 1992. 352p.
- MADUREIRA, M.C. et al. 2002. Antimalarial activity of medicinal plants used in traditional medicine in S. Tomé Príncipe islands. *Journal of Ethnopharmacology*, 81:23-29.
- MARADEI, M. & FRANCO, A.A. Avaliação de dez espécies de *Erythrina* no Rio de Janeiro para uso como moirão vivo. *Agronomia, Seropédica*, v.34, n1/2, p. 26-30, 2000.
- MARIN, A.M.P. et al. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do

milho em sistema agroflorestal no Agreste Paraibano. Rev. Bras. Ciênc. Solo, v. 30, n. 3, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832006000300015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 abr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000300015>.

MARTINOTTO, F. et al. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 47, n. 1, Jan. 2012. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2012000100004&lng=en&nrm=iso>. access on 21 Apr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000100004>.

MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. Revta brasil. Bot., São Paulo, V.23, n.1, p.107-112, mar. 2000. <http://www.scielo.br/pdf/rbb/v23n1/v23n1a12.pdf>

MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. Germinação e crescimento de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas. Acta boI. bras. 14(1): 113-120.2000. <http://www.scielo.br/pdf/abb/v14n1/v14n1a10.pdf>

MARTINS, P. S. Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. Estudos Avançados, v. 19, n. 53, p. 209-220, 2005.

MATOS, E. da S. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de Leguminosas herbáceas em cafezais sob sistemas agroflorestais. R. Bras. Ci. Solo, 35:141-149, 2011.

MATOS, L.V. et al. Plantio de leguminosas arbóreas ara produção de moirões vivos e construção de cercas ecológicas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. (Sistema de Produção, 3). Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/moirao/index.htm>. Acesso em 01 abr. 2013-05-04

MÉIER, M.; [et. al]. Sistemas agroflorestais em áreas de preservação permanente. Revista Agriculturas: experiências em agroecologia. AS-PTA – Agricultura Familiar e Agroecologia. v.8, n.2, 12-17, 2011.

MILLER, R.P. & NAIR, P.K.R. Indigenous agroforestry systems in Amazonia: from prehistory to today. Agroforestry Systems (2006) 66:151–164. DOI 10.1007/s10457-005-6074-1

MIYASAKA, S. Histórico do estudo de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. Adubação Verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.64-123.

MONTEIRO, J.M. Use and traditional management of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan in the semi-arid region of northeastern Brazil. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, v.2, n. 6, 7p., 2006. Disponível em: <http://www.ethnobiomed.com/content/pdf/1746-4269-2-6.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2013. doi:10.1186/1746-4269-2-6

MORAIS, W. C. de C.; SOUZA, M. E. P. de; ANJOS, N. dos. Novo besouro-de-ambrosia em guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambessedes). Comunicata Scientiae 2 (1) : 49 - 52, 2011.

MOULAERT, A. et al. Establishment of two indigenous timber species in dairy pastures in Costa Rica. Agroforestry Systems, v. 54, n. 1, p. 31-40, 2002. Doi: 10.1023/A:1014222001639

MOÇO, M. K. da S.; da GAMA-RODRIGUES, E. F.; da GAMA-RODRIGUES, A. C.; MACHADO, R. C. R.; BALIGAR, V. C. Soil and litter fauna of cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. Agroforest Syst. 76 : 127–138, 2009. <http://naldc.nal.usda.gov/download/32446/PDF>

MUCHANE, M. et al. Influence of improved fallow systems and phosphorus application on arbuscular mycorrhizal fungi symbiosis in maize grown in Western Kenya. Agroforestry Systems, 78, 139-150, 2010. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-009-9249-3>

MURPHY, R.J. & YAU, P.Y. Calorific value, basic density and ash content of *Inga* species. In: The genus *Inga* utilization. Ed. PENNINGTON, T.D & FERNANDES, E.C.M. The Royal Botanic Gardens, p.29-40, 1998.

MUSTONEN, P.S.J. et al. Production of *Phaseolus vulgaris* L. Genotypes with *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray and *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Agronomy, 3, 232-247, 2013. doi:10.3390/agronomy3010232

MUSTONEN, P.S.J. et al. Using *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray in a Short Fallow System to Increase Soil Phosphorus Availability on a Costa Rican Andosol. Journal of Agricultural Science, v. 4, n. 2; 2012.

NAIR, P.K.R.; KUMAR, B.M. The concept of homegarden. In: Kumar, B.M. & Nair, P.K.R. [eds.] Tropical Homegardens. A Time-Tested Example os Sustentaible Agroforestry. p.1-2, 2006.

NAVARRO, E. C. Viabilidade econômica do *Calophyllum brasiliense* (Guanandi). Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, Ano V, nº 09 2007.

NAVARRO GARZA, H. et al. La diversidad de especies útiles y sistemas agroforestales. Rev. Chapingo. 2012, v. 18, n. 1, p. 71 - 86. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.11.124>.

NEILL, D. Experimental studies on species relationships of *Erythrina* (Leguminosae : Papilionoideae). *Annals of the Missouri Botanical Gardens* 75, 886-969, 1988.

NODA, S. N.; NODA, H.; MARTINS, L. L. U.; Utilização e apropriação das terras por agricultura familiar amazonense de várzea. In: A. C. Diegues e A. de C. C. Moreira (org.). Espaços e recursos naturais de uso comum. São Paulo: NUPAUB-USP. 294p.

OLIVARES, E. The effect of lead on the phytochemistry of *Tithonia diversifolia* exposed to roadside automotive pollution or grown in pots of Pb-supplemented soil. Braz. J. Plant Physiol., v. 15, n. 3, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202003000300004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20 abr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202003000300004>.

OLIVEIRA, C.A. de et al. Decomposition of *Arachis pintoi* and *Hyparrhenia rufa* litters in monoculture and

intercropped systems under lowland soil. *Pesq. agropec. bras.*, v. 38, n. 9, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2003000900010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 abr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003000900010>.

OLIVEIRA, A.N. de, et al. Estudo morfológico de frutos e sementes de tefrósia (*Tephrosia candida* DC. - Papilionoideae) na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 22, n° 2, p.193-199, 2000.

OLIVEIRA, V. C. de; JOLY, C. A. Flooding tolerance of *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth responses. *Trees*, v.24, 185-193. 2010. DOI 10.1007/s00468-009-0392-2.

OWUR, B. et al. Direct seeding of *Sesbania sesban* for green manure in agroforestry systems — a short communication. , v. 52, n. 1, p. 23-25, 2001. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1010771813819>

OYUN, M.B. Allelopathic Potentialities of *Gliricidia sepium* and *Acacia auriculiformis* on the Germination and Seedling Vigour of Maize (*Zea mays* L.). *American Journal of Agricultural and Biological Science* 1 (3): 44-47, 2006

PARTEY, S.T. et al. Decomposition and nutrient release patterns of the leaf biomass of the wild sunflower (*Tithonia diversifolia*): a comparative studies with four leguminous agroforestry species. *Agroforestry Systems*, 81, 123-134, 2011. <http://dx.doi.org/10.1023/A:35400019191254.0030>

PENN J.W. Jr. 2006. The cultivation of camu camu (*Myrciaria dubia*): A tree planting programme in the Peruvian Amazon. *Forests Trees Livelihoods* 16: 85 – 101.

PENNINGTON, T.D. Growth and biomass production of *Inga* species. In: The genus *Inga* utilization. Ed. PENNINGTON, T.D & FERNANDES, E.C.M. The Royal Botanic Gardens, p.15-28, 1998.

PENEIREIRO, F. M. Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso. ESALQ, Piracicaba, 1999. 138p. Dissertação de mestrado.

PENEIREIRO, F. M. Agroflorestas sucessionais: princípios para implantação e manejo. (Texto elaborado para contribuir com um capítulo no Manual Agroflorestal da Mata Atlântica – no prelo). Revisão: Mutirão Agroflorestal. novembro/2007. 14p. http://tctp.cpatu.embrapa.br/bibliografia/1_Principios%20da%20agrofloresta.pdf

PERIN, R. et al. Desempenho produtivo de leguminosas arbustivas de múltiplo uso com baixos níveis de fósforo. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 22, Manaus, 1996. Anais... Manaus: SBCS, v.1, p.456-457, 1996.

PERIN, A.; ZONTA, E.; TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G.M. Efeito da densidade de plantio sobre crescimento e acumulação de nutrientes de duas leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva permanente do solo. Comunicado Técnico n. 37, 2000, 8p.

PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G. M. Formação de cobertura viva do solo com amendoim forrageiro a partir de diferentes densidades e espaçamentos entre sulcos de plantio. Comunicado Técnico 38, 2000. 6p.

PESSOA JUNIOR, E. S.; SOUZA, W. B. DE; SOUZA, K. DOS S. DE; PIO, M. C. DA S.; SANTANA, G. P. Terra Preta de Índio na Região Amazônica. *Scientia Amazonia*, v. 1, n.1, 1-8, 2012. Revista on-line <http://www.scientia.ufam.edu.br>

PIMENTA, J. A.; BIANCHINI, E.; MEDRI, M. E. Adaptations to flooding by tropical trees: morphological and anatomical modifications. In Scarano, F. R. Franco, A. C. (eds.). *Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics*. Series Oecologia Brasiliensis, vol. IV. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brazil, p. 157-176, 1998.

PINHO, R.C. et al. Agroforestry and the Improvement of Soil Fertility: A View from Amazonia. *Applied and Environmental Soil Science*, v. 2012, artigo ID 616383, 11 p., 2012. doi:10.1155/2012/616383

PIOTTO, D.; CRAVEN, D.; MONTAGNINI, F.; ALICE, F. Silvicultural and economic aspects of pure and mixed native tree species plantations on degraded pasturelands in humid Costa Rica. *New Forests*, 39, 369-385, 2010.

PIRAÍ. Puerária (Kudzu Tropical). Disponível em: http://www.pirai.com.br/texto-b47-pueraria_kudzu_tropical.html. acesso em: 21 abr. 2013.

POSEY, D.A. Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of the Kayapó indians of the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems*, v.3, n.2, p.139-158, 1985. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00122640#>

PRINSLEY, R.T. Potential for protein production from tree and shrub legumes. In: Proc. of a Seminar "Forage Legumes and other Local Protein Sources as Substitutes for Imported Protein Meals", Kingston, Jamaica, p. 50-55, 1987.

PURNOMO, D. & SITOMPUL, S.M. Irradiation on teak and pine agroforestry system and the effect on growth of soybean. *Biodiversitas* , v.7, n.3, p. 251-255, 2006.

QUEIROZ, L.R. Leguminosas como fonte de nitrogênio para a cultura do milho, em Campos dos Goytacazes – RJ. Campos dos Goytacazes, RJ, UENF, 72p., 2006. (Tese de doutorado)

QUEIROZ, L. R. et al. Avaliação da produtividade de fitomassa e acúmulo de N,P,K em leguminosas arbóreas no sistema de aléias, em Campos dos Goytacazes-RJ. *Revista Árvore*, v.31, n.3, p.38-390, 2007.

RAO, M.R. & MATHUVA, M.N. Legumes for improving maize yields and income in semi-arid Kenya. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78, p.123-137, 2000. Disponível em: <http://data2.xjlas.ac.cn:81/UploadFiles/sdz/cnki/%E5%A4%96%E6%96%87/ELSEVIER/intercropping/122.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2013.

RESEARCH REPORT, 022. Using *Tithonia* as an organic fertilizer. Sustainable Agriculture Centre for

Research and Development in Africa, 2000. 10p.

REDONDO-BRENES, A.; MONTAGINI, A. Growth, productivity, aboveground biomass, and carbon sequestration of pure and mixed native tree plantations in the Caribbean lowlands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, v. 232 : 168-178, 2006.

REYES, T. et al. Spice crops agroforestry systems in the East Usambara Mountains, Tanzania: growth analysis. *Agroforest Syst*, DOI 10.1007/s10457-009-9210-5.

REZENDE, E. I. P.; ANGELO, L. C.; DOS SANTOS, S. S.; MANGRICH, A. S. Biocarvão (Biochar) e Sequestro de Carbono. *Rev. Virtual Quím.*, 3(5), 426-433, 2011.

ROCHA, C. T. V.; CARVALHO, D. A. de; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; VAN DEN BERG, E.; MARQUES, J. J. G. S. M. Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. *Rev. bras. Bot.* [online]. vol.28, n.2, pp. 203-218, 2005. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-84042005000200002&script=sci_arttext

SALMI, A.P. et al. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio de *Flemingia macrophylla*. *Rev. Ceres*, v. 60, n.1, p. 079-085, 2013.

SALMI, G.P. et al. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. *Pesq. agropec. bras.*, v.41, n.4, p.673-678, abr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v41n4/29816.pdf> Acesso em: 10 jun. 2012.

SALMI, A.P. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio em *Flemingia macrophylla* [(Willd.) Merrill]. Seropédica, RJ, UFRRJ, 71f., 2008. (Dissertação de mestrado). Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/cpgf/Atualiza%C3%A7%C3%B5es%20site%20Fitotecnia/DISSERTA%C3%87%C3%95ES/DISERTA%C3%87%C3%83O%202008/Alexandre.pdf> Acesso em: 1 abr. 2013.

SANTOS, W.C. & BOLDRINI, E.B. Recuperação de mata ciliar na Floresta Atlântica utilizando técnicas de sistemas agroflorestais. Antonina, PR: ADEMADAN, 2012, 32p.

SÃO PAULO. Decreto 55.947 de 24 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, v.120, n.119. São Paulo, 25 de junho de 2010. Seção i, p.1-2

SALVADOR, J. do L. G.; OLIVEIRA, S. B. de; OLIVEIRA, D. B. de; SILVA, J. R. Comportamento do guanandi (*Calophyllum braziliense* Camb.) em solos úmidos, periodicamente inundáveis e brejosos. In Barrichelo, L. E. G.; Lima, W. P.; Poggiani, M. M. (eds.). *Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatório de usinas hidrelétricas da CESP. Série Técnica IPEF*, Piracicaba, 8(25): 1-43, Set.1992. <http://www.ipef.br/publicacoes/tecnica/nr25/cap01.pdf>

SARTORI N. T., CANAPELLE D., de SOUSA P. T. Jr., Martins DT. Gastroprotective effect from *Calophyllum brasiliense* Camb. bark on experimental gastric lesions in rats and mice. *J Ethnopharmacol*. Nov 1;67 (2) : 149-56, 1999. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10619378>

SCHNEIDER, M. Agroforestry system to ensure cacao yields. Development and cooperation / System comparison. FiBL, 24-25, 2012. Disponível em: <http://www.fibl.org/fileadmin/documents/en/activity-report/ar12-Development-and-cooperation-agroforestry.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2013.

SCHROTH, G.; D'ANGELO, S. A.; TEIXEIRA, W. G.; HAAG, D.; LIEBEREI, R. Conversion of secondary forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazonia: consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years. *Forest Ecol Manag* 163 : 131 – 150, 2002. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112701005370>

SCHWENDENER et al. Soil mineral n dynamics beneath mixtures of leaves from legume and fruit trees in central amazonian multi-strata agroforests. *Acta Amazonica*. v. 37, n. 3, p. 313 – 320, 2007.

SÉGUY, L. et al. Gestão da fertilidade de culturas mecanizadas nos trópicos úmidos: o caso das frentes pioneiras nos cerrados e florestas úmidas no centro-norte do Mato Grosso. In: PEIXOTO, R. T. dos G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J., (Ed.). *Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável*. Ponta Grossa: IAPAR, PRP/PG, 1997. p. 124-157.

SEN, S.; CHAKRABORTY, R de B.; MAZUMDER, J. Plants and phytochemicals for peptic ulcer: An overview. *Phcog Rev* [serial online] 2009 [cited 2012 Jul 15];3:270-9. <http://www.phcogrev.com/text.asp?2009/3/6/270/59527>

SILVA, G.T.A. da et al. O papel da fixação biológica de nitrogênio na sustentabilidade de sistemas agroflorestais. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 2007, 36p. (Documentos, Embrapa Agrobiologia, 231).

SILVA, K. L.; SANTOS, A. R. S.; MATTOS, P. E. O.; YUNES, R. A.; DELLE-MONACHE, F.; CECHINEL FILHO, V. Chemical composition and analgesic activity of *Calophyllum brasiliense*. *Therapie*, v.56, n.4, p.431-434, 2001. <http://ukpmc.ac.uk/abstract/MED/11677868/reload=0;jsessionid=zY7svDfLoz7gTiaY5kgs.0>

SINGH, P. jab. Agroforestry as a Feed Base for Livestock in Semi-arid Regions of Asia. 99-105.

SMILEY, G. L. & KROSCHER, J. Temporal change in carbon stocks of cocoa-glicírcia agroforests in Central Sulawesi, Indonesia. *Agroforest Syst*, 73 : p.219-231, 2008. Acesso em: 16 abr. 2013. DOI 10.1007/s10457-008-9144-3

SOUZA, A. M. de; CARVALHO, D. de; VIEIRA, F. de A.; NASCIMENTO, L. H. do; LIMA, D. C. de. Estrutura genética de populações naturais de *Calophyllum brasiliense* Camb. na bacia do Alto Rio Grande. *Cerne*, Lavras, v. 13, n. 3, p. 239-247, 2007. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/744/74413301.pdf>

SOUZA, M. C. S. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Desenvolvimento de espécies arbóreas em sistemas

agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na Floresta Ombrófila Densa, Paraty, RJ. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.89-98, 2013.

STEENBOCK, Walter et al. . Ocorrência da bracatinga (*Mimosa scabrella* BENTH.) em bracatingais manejados e em florestas secundárias na região do planalto catarinense. *Rev. Árvore*, Viçosa, v. 35, n. 4, Aug. 2011 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622011000500010&lng=en&nrm=iso>. access on 03 Apr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000500010>.

TAIWO, L.B. & MAKINDE, J. 2005. Influence of water extract of Mexican sunflower (*Tithonia diversifolia*) on growth of cowpea (*Vigna unguiculata*). *African Journal of Biotechnology*, 4: 355-60.

TAVARES, A. C.; SILVA, A. C. F. Urbanização, chuvas de verão me inundações: uma análise episódica. *Climatologia e Estudos da Paisagem*. Rio Claro. v. 3, n. 1, 4-18, 2008. <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/1223/1552>

TAVARES, S.R. de L. et al. Sistemas agroflorestais como alternativa de recuperação de áreas degradadas com geração de renda. In: *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 24, n.220, p. 73-80, 2006.

TITO, M. R.; NUNES, P. C.; VIVAN, J. L. Desenvolvimento Agroflorestal no Nordeste de Mato Grosso: dez anos contribuindo para a conservação e uso das florestas. Resultados do Componente Agroflorestal do Projeto BRA/00/G31. 1ed. Brasília, Brasil. PNUD : SEMA/MT : ICRAF. Projeto de Promoção da Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade nas Florestas de Fronteira do Nordeste de mato Grosso (BRA/00/G31). 134p. 2011

TONIATO, M. T. Z.; LEITAO FILHO, H. DE F.; RODRIGUES, R. R.. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. *Rev. bras. Bot.*, São Paulo, v. 21, n. 2, Aug. 1998. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84041998000200012&lng=en&nrm=iso>

TORRES, R. B.; MATTHES, L. A. F.; RODRIGUES, R. R. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. *Rev. Bras. Bot.*, v. 21 : 197-210, 1994.

TRIADIATI, S. et al. Litterfall production and leaf-litter decomposition at natural forest and cacao agroforestry in Central Sulawesi, Indonesia. *Asian J. Biol. Sci.*, 4: 221-234, 2010. Doi: 10.3923/ajbs.2011.221.234. <http://scialert.net/abstract/?doi=ajbs.2011.221.234>.

VIEIRA, A.R.R. et al. Adaptação de espécies arbóreas nativas em um sistema agrossilvicultural, submetidas a extremos climáticos de geada na região de Florianópolis. *Rev. Árvore*, v. 27, n. 5, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622003000500005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 abr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000500005>.

VIVAN, J.L. agricultura & Floresta; princípios de uma interação vital. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998, 208p.

WUTKE, E.B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H.A.A. (Coords.) CURSO SOBRE ADUBAÇÃO VERDE NO INSTITUTO AGRÔNOMICO, 1. 1993, Campinas: Instituto Agrônômico, 1993. p.17-29. (Documentos IAC, 35)

ZAHARAH, A.R. & BAH, A.R. Patterns of decomposition and nutrient release by fresh *Gliciridia (Gliciridia sepium)* leaves in an Ultisol. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 55:269-277, 1999.

ZIANTONI, V. First evaluation of agroforestry potential for Eventure-Zambia plot, Kapoko, Mpulungu District, Zambia, 7p., 2009. <http://www.eventure.dk/wp-content/uploads/Eventure-Agroforestry.pdf>

ZOMER, R.J. et al. Trees and Water: Smallholder Agroforestry on Irrigated Lands in Northern India. International Water Management Institute. Research Report 122.