

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE HIDRAÚLICA E SANEAMENTO

SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA
À REABILITAÇÃO DE PASTAGENS
ABANDONADAS NA REGIÃO DE MANAUS - AM

JOÃO CARLOS DE SOUZA MATOS

Orientador: Prof. Dr. Virgílio Maurício Viana

Tese apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos, Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Doutor em Engenharia Ambiental

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP
EXEMPLAR REVISADO
Data de entrada no Serviço: 16.10.1.03...
Ass:.....


DEDALUS - Acervo - EESC



31100037166

São Carlos
Estado de São Paulo
2002



**SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA
A REABILITAÇÃO DE PASTAGENS
ABANDONADAS NA REGIÃO DE MANAUS - AM**

JOÃO CARLOS DE SOUZA MATOS

Orientador: Prof. Dr. Virgílio Maurício Viana

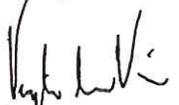
Tese apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos, Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Doutor em Engenharia Ambiental

**São Carlos
Estado de São Paulo
2002**

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **JOÃO CARLOS DE SOUZA MATOS**

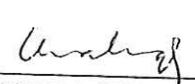
Tese defendida e julgada em 27-09-2002 perante a Comissão Julgadora:



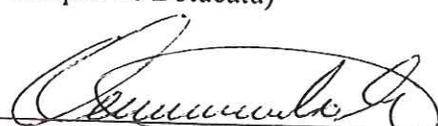
Prof. Dr. **VIRGILIO MAURICIO VIANA (Orientador)**
(Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP) APROVADO



Prof. Tit. **LUIZ EDUARDO FERREIRA FONTES**
(Universidade Federal de Viçosa/UFV) Aprovado



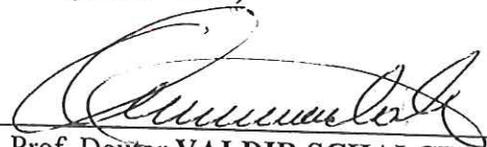
Prof. Dra. **VERA LEX ENGEL**
(UNESP/Campus de Botucatu) Aprovado



Prof. Dr. **VALDIR SCHALCH**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADO



Prof. Dr. **MARCOS SILVEIRA BERNARDES**
(Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP) APROVADO



Prof. Doutor **VALDIR SCHALCH**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Engenharia Ambiental



Prof. Assoc. **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Se as águas do mar da vida quiserem te afogar, segura na mão de Deus e vai!
Não temas segue adiante e não olhes para trás, segura na mão de Deus e vai!

Ofereço

À Deus

Dedico

À Preciosa Silvia
silenciosa e incansável companheira
presente nas horas das decisões,
dedico este trabalho como fruto de
mais uma batalha conquistada, com todo o meu amor

E aos meus queridos anjinhos, Jonas e João Pedro
obrigado pelo carinho e estímulo.

Agradecimentos

Ao Senhor dos Exércitos, que me conduziu de forma vitoriosa a frente a esta árdua batalha.

Ao Prof. Virgílio Viana, pela incansável compreensão nas horas mais difíceis e orientação nas horas necessárias.

As amizades que nasceram durante este período de pós-graduação: Edson, Artur, Demétrius, Riva, Ivo e Wick pela força e amizade.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

À EMBRAPA, através do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental e Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros, por oferecerem esta oportunidade de aperfeiçoamento profissional.

AO Dr. Rinaldo Calheiros (IAC), pelo apoio na fase final do curso.

Aos funcionários da unidade experimental do CPAA, em Manaus, pelo apoio nas coletas de campo.

Aos funcionários do Centro de Energia Nuclear na Agricultura-USP Piracicaba, nos laboratórios de física do solo e geo-processamento pela amizade e apoio nas análises de laboratório.

Aos funcionários do Departamento de Solos do INPA, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, pelo apoio nas análises de laboratório.

Aos colegas de curso do CRHEA e funcionários por dividirem seus espaços físicos e amizade durante o período de disciplinas.

A Claudete, secretária do curso de Pós-Graduação, pela sua presteza em todas as horas, desde o início até o final do curso.

Aos colegas do Laboratório de Silvicultura Tropical-USP-ESALQ, pela amizade e apoio.

Aos meus Pais (Pedro Galdino e Terezinha – in memoriam) e meus irmãos (Paulo, Socorro, André, Graça, Gesa, Gabrina, Joaquim, Clotilde, Nonato, Zezé), por acreditarem e torcerem por mim mesmo de quilômetros de distância.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO	iv
SUMMARY.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Sistemas Agroflorestais e o contexto sócio-ambiental.....	1
1.1.1 O problema do desmatamento da Amazônia.....	1
1.2.1 Sistemas agroflorestais SAFs.....	2
1.2.1 SAFs e as populações indígenas.....	4
1.2.2 SAFs e população ribeirinha.....	5
1.2 Espécies arbóreas em sistemas agroflorestais..	7
1.3 Mogno na Amazônia.....	8
1.4 Melhoria das propriedades do solo.....	11
1.5 Problema.....	11
1.6 Hipótese.	12
1.7 Objetivos ..	12
2. CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE ARBÓREA DE SAFS.....	13
2.1 – Introdução..	13
2.1.1 Problema..	13
2.1.2 Hipótese.....	14
2.1.3 Objetivos ..	14
2.2 - Material e métodos.	14
2.2.1 - Caracterização da área de estudo.....	14
2.2.2 – Clima.	16
2.2.3 –Distrito Agropecuário da Suframa.	16
2.2.4 - Descrição dos tratamentos....	17
A) Sistema Agrossilvipastoril – Altos insumos ASP1.....	18
B) Sistema Agrossilvipastoril – baixos insumos ASP2.....	22

C) Sistema Agrossilvicultural – Sistema com base em palmeira ASC1.....	25
D) Sistema Agrossilvicultural – baixos insumos (multiestrato) ASC 2.....	29
2.2.5 - Fertilidade do solo.....	33
2.2.6 – Medições....	34
2.3 Resultados e discussão.....	34
2.3.1 - Sistema Agrossilvicultural com Base em Palmeiras (ASC1).....	34
2.3.2 Sistema Agrossilvicultural Multiestrato (ASC 2).....	38
2.7 - Considerações finais.	43
3. O DESENVOLVIMENTO DO MOGNO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS	
3.1 Introdução..	44
3.1.1 Problema..	45
3.1.2 Hipótese..	45
3.1.3 Objetivos ..	45
3.2 Material e métodos. .	45
3.3 - Resultados e discussão.	46
3.1 Ataque de <i>Hypsipyla</i> ..	46
3.3.2 Desenvolvimento do Mogno.....	47
3.3.3 A interação ingá x mogno.....	50
3.4 Considerações finais... ..	51
4. Água no solo.	52
4.1 Introdução..	52
4.1.1 Problema..	52
4.1.2 Hipótese..	53
4.1.3 Objetivo. .	53
4.2 Material e métodos.	53
4.3 Resultados e discussão... ..	56
4.3.1 Condição de aeração... ..	61
4.4 Considerações Finais.....	63
5. BIBLIOGRAFIA.....	67

LISTA DE FIGURAS

1	Figura 1 - Sistemas Multiestratos de Agricultura em Andares em Ponta de Pedras I lha de Marajó-Pará.....	5
2	Figura 2 – Imagem de satélite localizando a Estação Experimental da Embrapa/CPAA - Manaus-AM.....	15
3	Figura 3 - Representação dos blocos estudados na E. E. Embrapa/CPAA, DAS.....	17
4	Figura 4 – Distribuição temporal dos componentes do sistema ASP1, Manaus-AM.....	19
5	Figura 5 – Desenho Esquemático do componente do sistema ASP1.....	20
6	Figura 6 – Desenho Esquemático do componente do sistema ASP1.....	21
7	Figura 7 – Distribuição temporal dos componentes do sistema ASP2, Manaus-AM.....	22
8	Figura 8 – Desenho Esquemático do componente do sistema ASP2.....	23
9	Figura 9 – Desenho Esquemático do componente do sistema ASP2.....	24
10	Figura 10 – Distribuição temporal dos componentes do sistema ASC1, Manaus-AM.....	25
11	Figura 11 – Desenho Esquemático do componente do sistema ASC1.....	27
12	Figura 12 – Desenho Esquemático do componente do sistema ASC1.....	28
13	Figura 13 – Distribuição temporal dos componentes do sistema ASC2, Manaus-AM.....	29
14	Figura 14 – Desenho Esquemático do componente do sistema ASC2.....	31
15	Figura 15 – Desenho Esquemático do componente do sistema ASC2.....	32

16	Figura 16 - Curva de retenção de água com base na umidade volumétrica do solo (%) em função dos potenciais (MPa) dos diferentes tratamentos ASC1 Agrossilvicultural com base em palmeiras, PAB Pastagem abandonada, ASC2 Agrossilvicultural multiestrato, ASP1 Agrossilvopastoril, PAT Pastagem ativa, FLO Floresta.....	60
----	--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Histórico das atividades na área experimental por blocos.....	16
Tabela 2 - Descrição dos tratamentos do experimento.....	18
Tabela 3 - Análises químicas do solo entre 1991 e 1996.....	33
Tabela 4 - Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASC 1.	35
Tabela 5 - Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASC 1.....	36
Tabela 6 - Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASC2.....	39
Tabela 7 - Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASC2.....	40
Tabela 8 - Relação de resultados experimentais de plantios de mogno em diferentes locais.....	47
Tabela 9 - Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASP 1.....	48
Tabela 10 - Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASP 2.....	49
Tabela 11 - Parâmetros de ajuste da equação de Genutchen & Nielsen (1985).....	56
Tabela 12 - Umidade volumétrica do solo (%) em função dos potenciais (MPa) constituintes da curva de retenção dos diferentes tratamentos.....	57
Tabela 13 - Parâmetros físico-hídricos do solo.....	63

RESUMO

MATOS, J. C. DE S. (2002). Sistemas agroflorestais para a reabilitação de pastagens abandonadas na região de Manaus-AM. São Carlos, 74 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

O experimento foi estabelecido para testar e avaliar os diferentes sistemas agroflorestais na região de Manaus, quanto à dinâmica do crescimento dos componentes arbóreos e às características físicas do solo, em uma área que foi desmatada e posteriormente estabelecido uma pastagem. O desenho experimental foi de blocos ao acaso com 5 tratamentos, 3 repetições, em parcelas de 50 x 60m. Os 4 sistemas foram específicos para recuperação de pastagem, sendo Agrossilvipastoril Altos Insumos (ASP1), Agrossilvipastoril Baixos Insumos (ASP2) Agrossilvicultural (ASC1) e Agrossilvicultural multi-estrato (ASC2). No ASP1, foram aplicado a Calagem e P, N, K, nos demais apenas adubação de P. Os sistemas ASP1 e ASP2 foram baseados em árvores, ASC1 com base em palmeiras e ASC2 com maior diversidade de espécies. Em todos os tratamentos foram plantadas culturas anuais durante a fase de crescimento das espécies arbóreas. No ASC1, a pupunha produziu pouca liteira, a Colubrina apresentou características que são desejáveis ao sistema agroflorestal, como o crescimento do fuste reto e boa qualidade de madeira. No ASC2 o cupuaçu teve sua produtividade elevada, devido a incorporação de folhas e galhos de ingá na fase de pré-floração. A castanha do Pará, o mogno e genipapo tiveram um bom desenvolvimento. O cultivo do mogno combinado com outras espécies florestais, com características semelhantes à do ingá, tais como rápido crescimento e produção de biomassa, apresentou menor percentagem de ataque (27%) do inseto *Hypsipyla grandella* Zeller, na fase inicial, com ataques superior a 8 m de altura da planta, o que tornaria possível ofertar madeira serrada maior que 6m de comprimento. Os resultados do tratamento ASP1 indicam melhor disponibilidade de água no solo, devido principalmente este tratamento ser manejado com gramíneas, leguminosas de cobertura como desmodium e leguminosas arbóreas como Paricá e Ingá, responsáveis pela descompactação do solo durante a recuperação do pasto.

SUMMARY

MATOS, J.C. DE S. (2002). Agroforestry systems for the rehabilitation of abandoned pastures in the region of the City of Manaus. São Carlos, 74 p. Thesis (PhD) – College of Engineering of São Carlos. University of São Paulo.

The experiment was established to test and evaluate the different agroforestry systems in the region of the City of Manaus (Central Brazilian Amazonia). A test aimed at the dynamics of growth of the arboreal components and soil physical characteristics, within an area that has been deforested and subsequently turned into pasture land. The experimental design was undertaken in random blocks with 5 treatments, 3 repetitions, in parcels of 50 x 60 m. The 4 systems were specific to recovery of pasture, which were: Agrosilvopastoral High Inputs (ASP1) and Agrosilvocultural Low Inputs (ASP2), Agrosilvocultural (ASC1) and Agrosilvocultural multi-strata (ASC2). In ASP1 were applied liming and P, N, K, and the remaining only phosphorous (P). The systems ASP1 and ASP2 were based on trees; ASP1 based on palm species and ASC2 with greater diversity of species. In all treatments were planted annual crops during growth phase of the arboreal species. In the ASC1, the pupunha tree produces small quantities of litter, the Colubrina presented characteristics that are desirable to the agroforestry system, such as upright growth and good wood quality. In the ASC2, the cupuaçu increased its production, given the incorporation of leaves and branches of the Inga plant in the pre-flowering phase. Brazil-Nut, Mahogany and Genipapo had all good development. The cultivation of Mahogany associated with other forestry species, with similar characteristics to the Inga plant, such as fast growth and high biomass production, presented smaller of insect attack (27%) *Hypsipyla grandella* Zeller, in the initial phase, with attacks greater occurring at heights greater than 8 m on the plant, which would allow for the possibility of sale of lumbered wood with 6 m of length. Results of treatment ASP1 indicate better availability of water in soil, mainly due to this treatment be under grasses covered soil (grass land), cover crop such leguminous desmodium and arboreal leguminous trees such as Parica and

Inga, which are responsible for the de-compaction of soil during the process of pasture recovery.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Sistemas Agroflorestais e o contexto sócio-ambiental

1.1.1 O problema do desmatamento da Amazônia

O Brasil detém a maior área remanescente de floresta tropical do mundo e calcula-se que 6% da cobertura florestal havia sido desmatada até 1988, causando diferentes impactos ambientais (Skole & Tucker, 1993). Estimativas baseadas em imagens de satélite indicam que até 1990, uma área de 415.000 Km² de floresta primária foi desmatada na Amazônia brasileira (Fearnside, 1992). Durante o período de 1981-1990 a floresta foi destruída a uma taxa anual de $19,9 \times 10^3$ Km², elevando-se em 1994-95 para $29,1 \times 10^3$ Km², diminuindo para 18,2 Km² em 1996. No entanto, entre 1998 e 1999 houve redução de área desmatada para 17×10^3 Km², totalizando até então 517.100 Km² de área desmatada, ou seja, cerca de 15% da floresta original (Fearnside, 2000). Se o desmatamento continuar como está, a uma taxa de 5% ao ano, a Amazônia perderá toda sua cobertura florestal em aproximadamente 200 anos.

O processo de destruição das florestas tropicais provocado pela exploração florestal e pecuária resultaram numa perda da biodiversidade, de erosão do solo, perda de nutrientes pelas plantas e pelo solo, degradação gradual da terra, declínio da produtividade, baixa capacidade de suporte, além de causar prejuízos aos recursos hídricos pela falta de proteção às margens dos rios provocando diminuição do nível das águas correntes (Dhyani & Tripathi, 1999).

As principais causas do desmatamento na Amazônia brasileira tem sido a formação de pastagem para a criação de gado em regime extensivo e a agricultura de pequena escala sem assistência técnica (Fernandes *et al.*, 1993). A extração de madeira não é diretamente responsável pelo desmatamento, porém, é através dela que se dá início o processo de ocupação ilegal da terra iniciado pela implantação de pastagens em áreas não controladas (Silva, 1993).

O sistema tradicional de uso da terra caracteriza-se pelo acelerado desmatamento e degradação dos solos. Na Amazônia, a colonização das terras se deu pelo desmatamento que promovia um esgotamento rápido do solo, a diminuição de área produtiva da propriedade, a perda de biodiversidade, e conseqüentemente, a diminuição de produtividade fazendo com que novas áreas fossem derrubadas para cultivo e as antigas, abandonadas no sistema de agricultura itinerante. A adoção de sistemas agroflorestais (SAFs) para uso da terra tem sido vislumbrada, de forma global, como uma alternativa de minimizar esses problemas, pois diminui a degradação ambiental, aumenta a capacidade produtiva da terra e melhora as condições do solo.

1.2 Sistemas Agroflorestais SAFs

Os SAFs referem-se a sistemas de uso da terra onde árvores/arbustos são manejadas em conjunto com culturas anuais, perenes, frutíferas ou animais. Estas árvores podem estar presentes em uma mesma área com culturas ou animais de forma simultânea ou numa seqüencial temporal (Fernandes & Matos, 1995 ; Viana *et al.*, 1996). Estes sistemas são considerados atualmente como uma das alternativas mais adequadas ao modelo de uso da terra a ser utilizado pelas populações que habitam os trópicos (Hecht, 1982; Dhyani & Tripathi, 1999; Schroth *et al.*, 2001).

Os SAFs já eram praticados pelos povos a muitos anos (Maydell, 1985) como os que habitavam a Europa na Idade Média e na Finlândia nos anos de 1920. No entanto, o relato mais interessante foi o de 1806, quando U Pan Hdle, em Burma, estabeleceu um plantio florestal de teca (*Tectonia grandis*) e culturas alimentares chamado de método

Taungya (taung = montes e ya = cultivo) e ofereceu-o como presente ao Sir Dietrich Brandis. Este sistema se espalhou por toda a Burma, sendo em seguida introduzido na África do Sul em 1887 e na Índia em 1890 (Nair, 1989).

A partir da década de 70, os sistemas agroflorestais foram redescobertos pelo meio técnico-científico, como uma alternativa para soluções de problemas, tais como: conversão de florestas tropicais à pastagens e agricultura de derruba e queima; seqüestro de carbono pela produção primária de espécies arbóreas, e recuperação de áreas abandonadas e degradadas para produção de alimento e madeira. Vários seminários foram organizados pela F.A.O. (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimento) na década de 70 para discutir a política florestal e o desenvolvimento rural nos trópicos, e como resultado foram criados os centros de excelência em Agroflorestais tais como: CATIE - Centro Agrônômico Tropical de Pesquisa e Ensino e o ICRAF, antes denominado de Conselho, depois Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal e hoje Centro Mundial de Agrofloresta, com sede em Nairobi –Kenya (Maydell, 1985).

No Brasil, no final da década de 80, pesquisadores da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), rediscutiram o plano diretor das unidades de pesquisas da região norte e implantaram, os Centros de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Brasileira (CPAFs) nos estados de Roraima, Rondônia, Acre, Amazonas, Pará e Amapá, com prioridades às pesquisas de SAFs.

Dado o crescente desmatamento de florestas tropicais, os SAFs assumiram papel fundamental como alternativa de produção madeireira numa tentativa de diminuição da pressão sobre o desmatamento. Estimativas da FAO, relatam que houve um crescimento das áreas desmatadas de 1980 a 1990 de 11,4 milhões para 17 milhões de hectares (Silva, 1993). A partir da década de 90 a perda de floresta foi de 16 milhões de ha por ano, sendo que 15,2 milhões de ha ocorreram nos trópicos (FAO, 2001).

Os SAFs que visam o estabelecimento de diferentes espécies arbóreas de uso múltiplo (produção de madeira, produtos medicinais, resina, fruto, lenha, forragem, sombra e outros), pertencentes a diferentes grupos ecológicos com distribuição seqüencial e simultânea de acordo com a disponibilidade de mão-de-obra, é encontrado em diferentes condições de solos nas áreas de pequenos produtores, índios, seringueiros,

como também em hortos caseiros e, em menor frequência, em áreas degradadas (Viana *et al.*, 1996).

Apresentamos alguns exemplos de SAFs que caracterizam este sistema, em diferentes locais.

1.2.1 SAFs e as populações indígenas

De um modo geral a grande tragédia da Amazônia contemporânea é a destruição das populações indígenas. Pouco ainda se conhece sobre a cultura indígena, principalmente em relação a flora, fauna e toda a ecologia praticada por eles. Alguns trabalhos apresentam de forma descritiva como era o sistema de manejo da terra utilizado pelos índios, mas o escrito por Posey (1984), é o que melhor apresenta o conhecimento dos índios sobre os sistemas agroflorestais.

As nações indígenas Kayapós, situadas no Pará, viviam a 400 anos em verdadeiras cidades que abrigavam cerca de 70.000 pessoas. Para alimentá-las, era necessário utilizar produção de culturas alimentares em larga escala, utilizando as roças distribuídas na floresta. Os Kayapós adotaram o seu próprio sistema de zoneamento ecológico e ambiental, além de, um sistema de classificação na qual existem quase quarenta variedades de campos e florestas, além de serras e ilhas. Isso permitiu que fosse criado um sistema próprio de zoneamento vertical da floresta para uso múltiplo.

Dentro de cada zona ecológica, os índios faziam inventário de recursos madeireiros e não madeireiros e, a partir da caracterização de cada zona, definiam formas de manejo para cada ambiente.

No processo de extração de madeira, os índios Kayapós orientavam a queda das árvores para formação de corredores, nos quais eram plantados inhames, ariá ou caiaçu, com produção anual durante 5 anos, além da banana (10 anos), urucum, algodão (20 anos) e cupuaçu (que chega a 40 anos). A queimada do roçado era dividida em forma sequencial, sendo realizada a queimada fria, que duravam até dois dias a fim de se evitar o calor excessivo e danos às raízes em formação.

Os SAFs desenvolvidos pelos Kayapós, são exemplos de uso apropriados dos recursos naturais através de tecnologias próprias.

1.2.2 SAFs e população ribeirinha

O Poema (Projeto Pobreza e Meio Ambiente - Universidade Federal do Pará) elaborou uma proposta de uso da terra a convite das comunidades rurais de Praia Grande, município de Ponta de Pedras, entre os campos naturais e floresta higrófila da Ilha do Marajó ao norte de Belém-PA. Este sistema baseia-se na agricultura em andares, e tem como objetivo o uso sustentável dos três espaços de produção econômica dos pequenos produtores rurais, quintal, roçado e floresta. O desafio foi desenvolver um sistema de agricultura que se mostrasse economicamente viável e ecologicamente prudente, como também de fácil absorção pelas famílias de pequenos produtores rurais (Mitschein, 1994a).

O sistema busca, em sua composição florística e concentração populacional, reproduzir de forma simultânea e tecnicamente ordenada, as características de estratificação da regeneração natural das florestas tropicais. As espécies de baixo valor econômico, são substituídas por outras com características ecológicas semelhantes, cujos produtos tivessem melhor aceitação comercial.

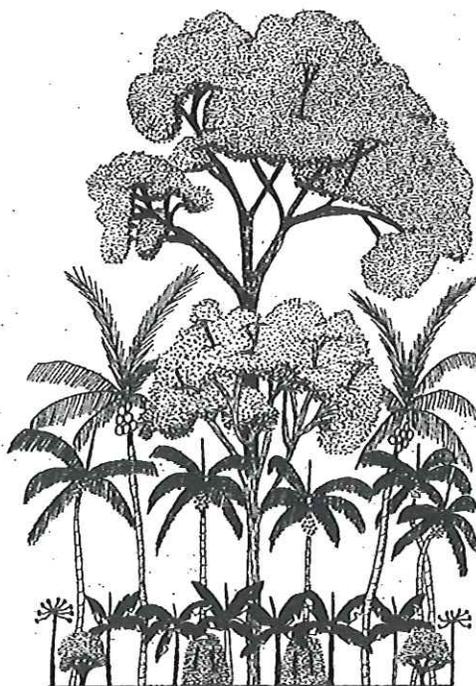


Figura 1: Sistemas Multiestrato de Agricultura em Andares em Ponta de Pedras-Ilha de Marajó-Pará.

1° Andar: Plantas herbáceas de até 1m de altura, proteção do solo, fornecimento de sombra e matéria orgânica para as mudas arbustivas e arbóreas. Arroz, feijão, maxixe, abóbora, melancia etc. 2° Andar: Plantas semi-arbustivas temporárias entre 1 a 2m de altura, função semelhante a anterior. Mandioca, quiabo, tomate etc... 3° Andar: Fruteiras de ciclo curto, semi-permanentes, produção de matéria orgânica e microclima adequado ao desenvolvimento de outras espécies. Banana e mamão situado periféricamente. Receita entre a colheita de culturas temporárias e permanentes. 4° Andar: Árvores de pequeno porte e ciclo permanente, microclima adequado ao desenvolvimento de outras espécies, café sombreado na parte central do módulo e citrus na periferia devido a maior intensidade de luz. 5° Andar: Palmeiras altas, geração de renda a partir de produtos regionais. Pupunha e Bacaba (20), 6° Andar: Árvores de porte médio,

Cupuaçu e Coco (8 indivíduos), 7º Andar: Espécies emergentes. Andiroba, Bacuri, sapatilha ou mangueira.

Atualmente as famílias que trabalham com esta proposta reúnem 39 diferentes espécies, sendo 10 entre o 1º e o 2º andar e 29 entre o 3º e o 7º, com média de quatro espécies diferentes nos dois primeiros estratos e dez distribuídas nos demais.

Quanto ao aproveitamento dos produtos do sistema, instalou-se uma fábrica em Ponta de Pedra na Ilha de Marajó, no Estado do Pará, de produção de encostos de cabeça para caminhões da Mercedes Bens, produzidas a partir das fibras do coco colhidos nos sistemas. Os demais produtos são vendidos ou trocados e, atualmente, geram uma renda 5,68 vezes maior, o que reduziria a área a ser utilizada por unidade familiar com cerca de 1,23 ha por família (Mitschein, 1994b).

1.3 Espécies arbóreas em sistemas agroflorestais

Pesquisas com espécies arbóreas em sistemas agroflorestais iniciaram na década de 60 (Steppler & Nair, 1978; Styger *et al.*, 1999). A árvore em SAFs são consideradas de uso múltiplo devido os seus vários produtos e serviços, tais como: alimentação, madeira, combustível, uso medicinal, melhoramento do solo e quebra-vento. Existe um número grande de espécies arbóreas com potencial de uso em sistemas agroflorestais, visando distintos produtos e serviços (Styger *et al.*, 1999; Backers, 2001).

A escolha das espécies de um sistema agroflorestal é fundamental para o seu sucesso. Cada espécie deve ter um papel no sistema e ocupar nichos específicos com o mínimo possível de competição entre os indivíduos. A diversidade é o princípio básico de um bom sistema agroflorestal. Para que haja diversidade entre as espécies, alguns princípios devem ser observados na escolha de um componente agroflorestal: comportamento fisiológico, tipo de crescimento, sistema e comportamento reprodutivo, sistema radicular, comportamento florístico (Fernandes *et al.*, 1993).

Existem dois pontos chaves para escolha de espécies florestais de um SAF. Primeiro a identificação de espécies potenciais. Para uma dada zona ecológica, existem muitas espécies arbóreas com potencial para um determinado modelo agroflorestal,

Portanto, a escolha das espécies deve ser feita em função da (a) adaptação biofísica à região; (b) adaptação aos requerimentos do manejo específico do modelo; (c) preferência do produtor para os produtos e serviços; e (d) conhecimento do potencial da espécie em prover múltiplos produtos e/ou serviços com alto valor comercial. Um outro aspecto é a coleta de sementes das espécies arbóreas, que deve ser feita escolhendo-se o maior número de matrizes da espécie. Para que haja maior diversidade genética, deve-se coletar sementes de indivíduos de várias populações, procurando-se ampliar a base genética de espécies silvestres. No caso de introdução de espécies exóticas, deve-se caracterizar bem o ambiente ecológico de origem, verificando principalmente o clima e tipologia florestal.¹

1.4 Mogno na Amazônia

A exploração de madeira nas florestas tropicais brasileiras é feita, na maioria das vezes, de forma extrativista. Na Amazônia, esta atividade teve início na década de 50 com a ucuúba de várzea - *Virola surinamensis* (Carvalho, 1996) e foram as aberturas de estradas e construções de rodovias como a Belém-Brasília na década de 60, que possibilitaram a busca da exploração do mogno, principalmente no sul do Pará (Veríssimo *et al.*, 1995).

A distribuição natural do mogno (*Swietenia macrophylla* King) ocorre em diferentes países como México, Belize, Costa Rica, Panamá, Bolívia e Brasil (Edlin *et al.*, 1973; Barros *et al.*, 1993) O mogno foi detectada no Brasil, em cerca de 800.000 km², estando mais concentrada no Sul do Pará (Veríssimo *et al.*, 1995).

O mogno ocorre em solos variando de úmidos para seco, e de clima tropical a subtropical. (Whitmore 1983, Betancourt 1987, Pennington & Sarukhan, 1968). A precipitação ideal está entre 1.200 – 2.000 mm (Bascopé *et al.*, 1957). O mogno se desenvolve naturalmente em solos aluviais, vulcânicos, lateríticos (Whitmore, 1992).

¹ Comunicação Pessoal MAGHEMBE, J. e KWESIGA, F. Introductory Training Course – ICRAF, 1994.

Na América Central, a floresta tropical ocupava cerca de 500.000 km². Nos anos 80, o remanescente florestal era estimado em 90.000 km², no qual 55.000 km² poderiam ser consideradas florestas primárias (Myers, 1989).

Estima-se que, na Amazônia, a área de ocorrência natural do mogno (*Swietenia macrophylla*) seja de 1,5 milhões de km², ocorrendo nos estados do Acre, Rondônia, Amazonas, Tocantins, Mato Grosso e principalmente no Pará. Deste total, 22,5% estão em áreas indígenas e apenas 1/3 ocorrem em áreas de reserva naturais remanescente exploráveis, que apresentam um potencial de 20,9 milhões de m³. Porém se a taxa anual de exploração de 500 mil m³ de tora/ano continuar neste ritmo, só teríamos estoques para 42 anos contados a partir de 1992 (Barros *et al.*, 1993). No entanto, estes dados foram recentemente contestados em função da fonte dos dados terem sido considerados desatualizados no período (Grogan *et al.*, 2002).

O mogno, representa uma das espécies arbóreas de maior valor econômico da floresta tropical úmida, porém, devido à exploração desordenada da espécie, são necessárias pesquisas em recursos genéticos, ecologia e manejo florestal, permitindo, com base nestas informações, elaborar linhas de pesquisas para um manejo sustentável para a espécie no próximo século.

No mercado internacional, o preço do mogno alcança valores até US\$ 1.200 / m³ (Grogan *et al.*, 2002), já tendo alcançado até US\$ 2.900 (Pádua, 1993). O alto valor comercial de exportação da madeira estimulou, nas últimas décadas, o estabelecimento de um número crescente de empresas madeireiras na Amazônia.

Nas regiões de maior ocorrência do mogno, há uma complexa relação entre extração seletiva, abertura de estradas, colonização rural com o desmatamento e perda da área de ocorrência. Essa diversidade de problemas causa impacto direto sobre as populações de mogno, o que interfere diretamente na capacidade de revegetação natural (Rodan *et al.*, 1992). A abertura de estradas, facilita e estimula a retirada de espécies florestais, pois, os estoques da espécie nas proximidades das margens dos rios já se esgotaram. A maior parte do estoque remanescente da espécie está no interior da floresta, especialmente no sul do Pará (Veríssimo *et al.*, 1992).

A extração predatória de mogno, além da pressão sobre o desmatamento, soma-se à sua produção irregular de frutos, baixa regeneração natural e alto ataque de insetos na formação de plântulas (Martini *et al.*, 1994).

O mogno geralmente está em baixa densidade na floresta, muito embora exista uma grande variação em função do tipo de perturbação da floresta natural (Snook, 1992). A frequência média é de 1 árvore por ha (Snook, 1993). Na América central, principalmente no México, as consequências das ocorrências de furacão delimitam as suas áreas de ocorrência. Grandes variações ocorrem em áreas não perturbadas no Brasil e Bolívia. Espécies com dimensões comerciais ocorrem em média de 1 a 2 árvores por ha (Barros *et al.*, 1992). No entanto, existem áreas de difícil acesso que podem ter um número maior de árvores.

A maior barreira para plantações de mogno no Brasil é o inseto *Hypsipyla grandella* (Zeller), Lep. Pyralidae, inimigo natural das meliáceas, uma mariposa que deposita seus ovos na parte terminal do caule, destruindo o ápice e causando a formação de ramos laterais, resultando em prejuízos comerciais pela deformação do fuste da árvore. Os estudos realizados ainda não foram eficazes no controle do inseto, apenas controlando a intensidade do ataque parcialmente, sem sucesso em ações preventivas (Whitmore 1992, 1976a, 1976b, Grijpma 1976, Betancourt 1987, Newton *et al.*, 1992).

No México, foi avaliada a ocorrência natural de *Hypsipyla grandella* (Zeller) com variações entre 17% a 40% de ataque em árvores entre as idades de 8 a 15 anos. Algumas plantas parecem ser atacadas preferencialmente (Snook, 1993). Foi observado ataque do inseto na taxa de 11-58% em linhas de plantio de mogno pelo U.S. Forest Service em Puerto Rico (Weaver & Bauer, 1986). Alguns casos de sucessos de controle biológico foram descritos em Puerto Rico, onde mogno não é nativo (Whitmore, 1992) e Brasil (Yared & Carpanezzi, 1981).

As espécies *Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis* de origem africana que tem sido na Amazônia como alternativa ao mogno, e vem apresentando bom desenvolvimento e resistência ao ataque de *Hypsipyla grandella* (Zeller). São espécies de excelente qualidade de madeira (Dupuy & Koua, 1993 citado por Schroth &

D'angelo, 2000), e podem ser uma alternativa como espécies de alto valor comercial para os sistemas agroflorestais.

No Brasil, a exploração do mogno através do uso ilegal da madeira, tem conduzido a sociedade a discutir e pensar mais sobre possíveis soluções, para que seja evitado a médio-longo prazo a extinção da espécie. As organizações não-governamentais estão tentando sensibilizar o governo para a proibição ou redução drástica de sua exploração. Como resposta a pressão nacional e internacional de diferentes setores da sociedade, a exploração do mogno está suspensa desde 1996 através de decreto presidencial 1963 com renovações em 1998 e 2000 (Grogan *et al.*, 2002).

1.5 Melhoria das propriedades do solo

Uma das características dos sistemas agroflorestais em relação aos outros sistemas de cultivo agrícola é que a deteriorização das propriedades físicas do solo e a exportação de nutrientes através da colheita, erosão, lixiviação, volatilização, podem ser controladas pelo componente arbóreo (Fernandes *et al.*, 1993)

Isto pode ocorrer através de:

- i) absorção de nutrientes que estão longe de serem alcançados pelas raízes das culturas anuais (ciclagem de nutriente mais eficiente), através do sistema radicular profundo das árvores que permite a captura e deposição superficial dos nutrientes na liteira.
- ii) aumento de quantidades de produtos orgânicos (parte aérea e raiz) que ajudam na manutenção da matéria orgânica do solo, e a consequente melhoria da estrutura e padrão de nutrientes do mesmo e,
- iii) aumento do fornecimento de nutrientes para o solo, via fixação biológica de nutrientes e da interceptação da poeira e aerossóis, pelo dossel arbóreo.

1.6 Problema

A derrubada e queima da floresta têm aumentado, sem que represente melhoria na qualidade de vida, geração de renda e emprego aos agricultores na Amazônia. O problema que motiva esta pesquisa, é a escassez de tecnologias adequadas para a recuperação de áreas desmatadas na Amazônia brasileira. Além disso, existe carência de

tecnologias capazes de aumentar a rentabilidade de forma sustentável, das áreas abandonadas que podem alcançar condições de degradação.

1.7 Hipótese

Os sistemas agroflorestais são apropriados à recuperação de áreas desmatadas na Amazônia, quando baseados em espécies adaptadas à baixa fertilidade e acidez dos solos.

Os sistemas agroflorestais representam uma estratégia adequada ao reflorestamento de mogno, por reduzem o ataque de pragas e doenças e aumentarem o crescimento e os retornos econômicos.

Os sistemas agroflorestais promovem melhoria nas propriedades do solo após a implantação desses sistemas.

1.8 Objetivos

Testar e avaliar os diferentes sistemas agroflorestais na região de Manaus, quanto à dinâmica do crescimento dos componentes arbóreos e às características físicas do solo, em uma área de pastagem abandonada.

2. CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE ARBÓREA DE SAFS

2.1 - Introdução

Os sistemas agroflorestais têm um papel importante na reabilitação de solos abandonados e/ou degradados, e um de seus maiores desafios, é identificar espécies de rápido crescimento, alto valor econômico e capacidade de recuperar a estrutura física e a fertilidade de solos tropicais (Baches, 2001).

Ao longo dos anos diversos tipos de sistema agroflorestais vem sendo testados através da combinação de vários componentes florestais, de origem indígena e exótica, em diferentes países tropicais (Alpizar et al., 1986; Oktingati et al., 1984 e Arco-verde et al., 2001), ou de forma isolada (Neves et al., 1994; Arco-verde et al., 1994).

2.1.1 Problema

A combinação de espécies arbóreas em uma mesma área é pouco estudada, principalmente em áreas abandonadas, devido a vários fatores que influenciam no desenvolvimento e competição entre elas numa mesma área, tais como: interação de raiz, competição por nutrientes e água do solo e competição por luz entre as espécies, entre outros.. É necessário, que sejam estabelecidos experimentos de SAFs de longo prazo de avaliação experimental, que possibilitem melhor observar o comportamento

silvicultural das espécies arbóreas, para utilizá-las em diferentes combinações e sistemas agroflorestais.

2.1.2 Hipótese

As espécies arbóreas quando em solos de baixa fertilidade e propriedades físicas alteradas, tem capacidade de adaptar-se às condições adversas e buscar nutrientes e água em camadas mais profundas do solo, além do aproveitamento de nutrientes do ar por meios biológicos, tais como fixação biológica de nitrogênio e associação com fungos micorrízicos.

2.1.3 Objetivos

Este capítulo tem como objetivo testar e avaliar 4 diferentes safas quanto ao crescimento de espécies arbóreas, comparando seus desempenhos nos sistemas.

2.2 - Material e métodos

2.2.1 - Caracterização da área de estudo

Os modelos agroflorestais adotados para a realização deste estudo foram implantados em 1992, na Estação Experimental da Embrapa/Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, em áreas de pastagens degradadas e/ou abandonadas (Figura 2), situada no Km 54 da BR-174 (Manaus – Boa Vista – Região Norte do Brasil) em área de terra firme, entre as coordenadas geográficas 2^o31' a 2^o32' de latitude Sul e 60^o01' a 60^o02' de longitude Oeste.

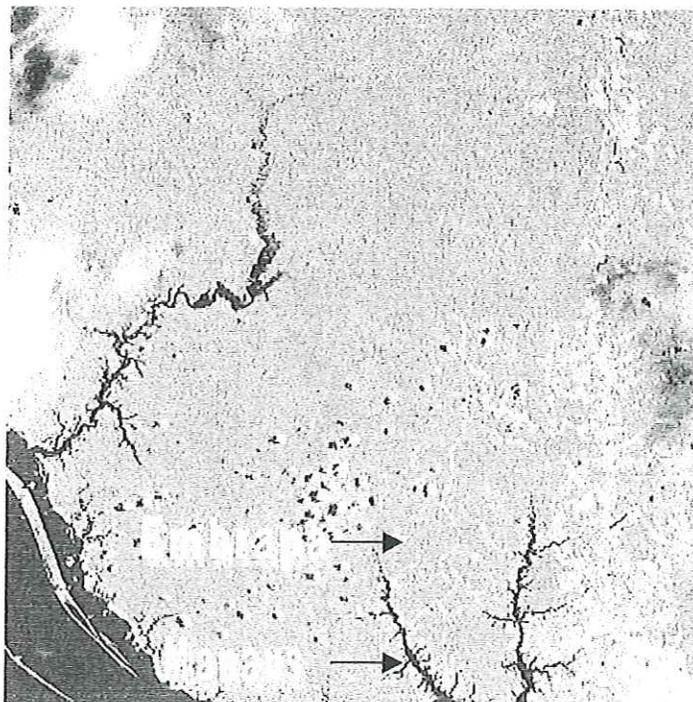


Figura 2 – Imagem de satélite localizando a Estação Experimental da Embrapa/CPAA - Manaus-AM.

Este projeto está instalado em Área Experimental da EMBRAPA (Figura 3) localizada na rodovia Manaus - Presidente Figueiredo, onde na década de 70 foi criado o Distrito Agropecuário da Suframa – DAS, numa área de 600.000 ha, para implantação de atividade agropecuária. Na área experimental semelhante ao DAS, em 1976, a floresta primária foi derrubada para dar lugar à atividade pecuária. A partir de 1986, observou-se baixa produtividade das pastagens, semelhante as demais áreas vizinhas e o interesse por essas áreas foi diminuindo, os lotes acabaram sendo abandonados, dando início à regeneração natural (capoeira) composta principalmente por espécies herbáceas (*Borreria verticillata*, *Rolandra fruticosa*), arbustivas e arbóreas do gênero *Vismia*, *Solanum*, *Anona* e *Laetia* (Mc. Kerrow, 1992 & Sousa, 1995). No início de 1992, a EMBRAPA/CPAA iniciou estudos para a recuperação da capacidade produtiva destas áreas degradadas pela atividade pecuária, adotando sistemas agroflorestais como método principal.

Tabela 1. Histórico das atividades na área experimental por blocos.

ATIVIDADE	BLOCO		
	I	II	III
Floresta Primária	1976	1976	1976
Formação da Pastagem (Queima)	1984	1982	1978
Pastagem abandonada	1988	1987	1986
Vegetação Secundária	1991	1991	1991
Sistemas Agroflorestais	1992	1992	1992

2.2.2 - Clima

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região de estudo encontra-se no grupo climático A, característico de Clima Tropical Chuvoso, tipo Amw, que se caracteriza por apresentar uma estação seca de pequena duração. As chuvas, principalmente nas áreas de clima Amw, distribuem-se em épocas distintas A temperatura média anual é de 26° C. Geralmente, a estação chuvosa começa em novembro ou dezembro e segue até maio ou junho e o período seco ocorre nos demais meses do ano.. A precipitação pluviométrica mensal é bastante variável, com menos de 100 mm no período entre julho a novembro, e alcançando até 300 mm no período chuvoso, com extremos de 1300 a 2500 mm ao ano. De maneira geral, existe um superávit hídrico de janeiro a junho e um déficit de agosto a dezembro (Coolman, 1994).

A umidade relativa do ar na região raramente é inferior a 70% e aproxima-se de 90%, a insolação varia de 1.500 a 3.000 horas por ano e indica a ocorrência de um grau de nebulosidade relativamente alto (Coolman, 1994).

2.2.3 –Distrito Agropecuário da Suframa

Foi instituída por decreto lei Nº 288 pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) com objetivo de estimular a empresários da Zona Franca de Manaus a investirem no setor agropecuário. Com o fracasso dos projetos houve um total

abandono das áreas, passando a serem objetos de pesquisas pelas instituições locais entre as quais EMBRAPA, com recuperação de áreas degradadas por pastagem (Santos, 2000).

2.2.4 - Descrição dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado nos SAFs constituiu-se de blocos casualizados contendo cinco tratamentos, três repetições e a pastagem abandonada como testemunha, em parcelas de 3.000 m² (60m x 50m), com uma área total de 4,5 ha (Figura 3).

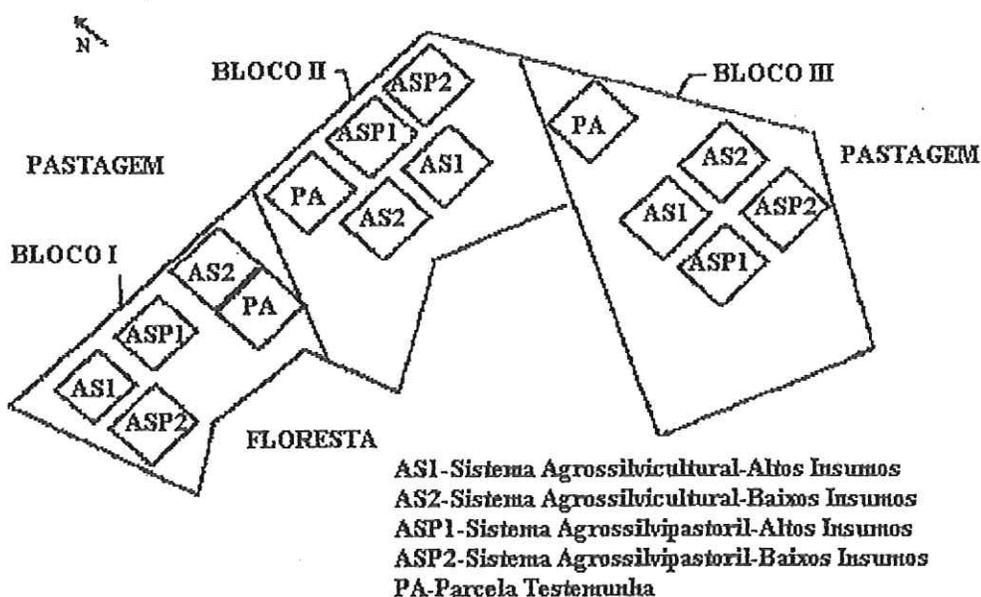


Figura 3: Representação dos blocos estudados na E. E. Embrapa/CPAA, DAS.

Os SAFs foram compostos por culturas anuais, frutíferas e árvores. Nos ASP1 e 2 foram utilizados componentes arbóreos com culturas anuais, leguminosas de cobertura e gramíneas para suportar o componente animal.

Os SAFs de altos insumos, denominado ASP1 receberam correção de acidez e fertilidade do solo, com aplicação de calcário, nitrogênio, fósforo e potássio. Os modelos de baixos insumos denominados ASP2, ASC1 e ASC2 receberam apenas uma aplicação de fósforo.

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos do experimento.

Tratamento	Descrição
ASP1	Agrossilvipastoril Altos Insumos
ASP2	Agrossilvipastoril Baixos Insumos
ASC1	Agrossilvicultural com base em Palmeiras
ASC2	Agrossilvicultural Multiestrato
PA	Pastagem Abandonada

A) Sistema Agrossilvipastoril – Altos insumos ASP1

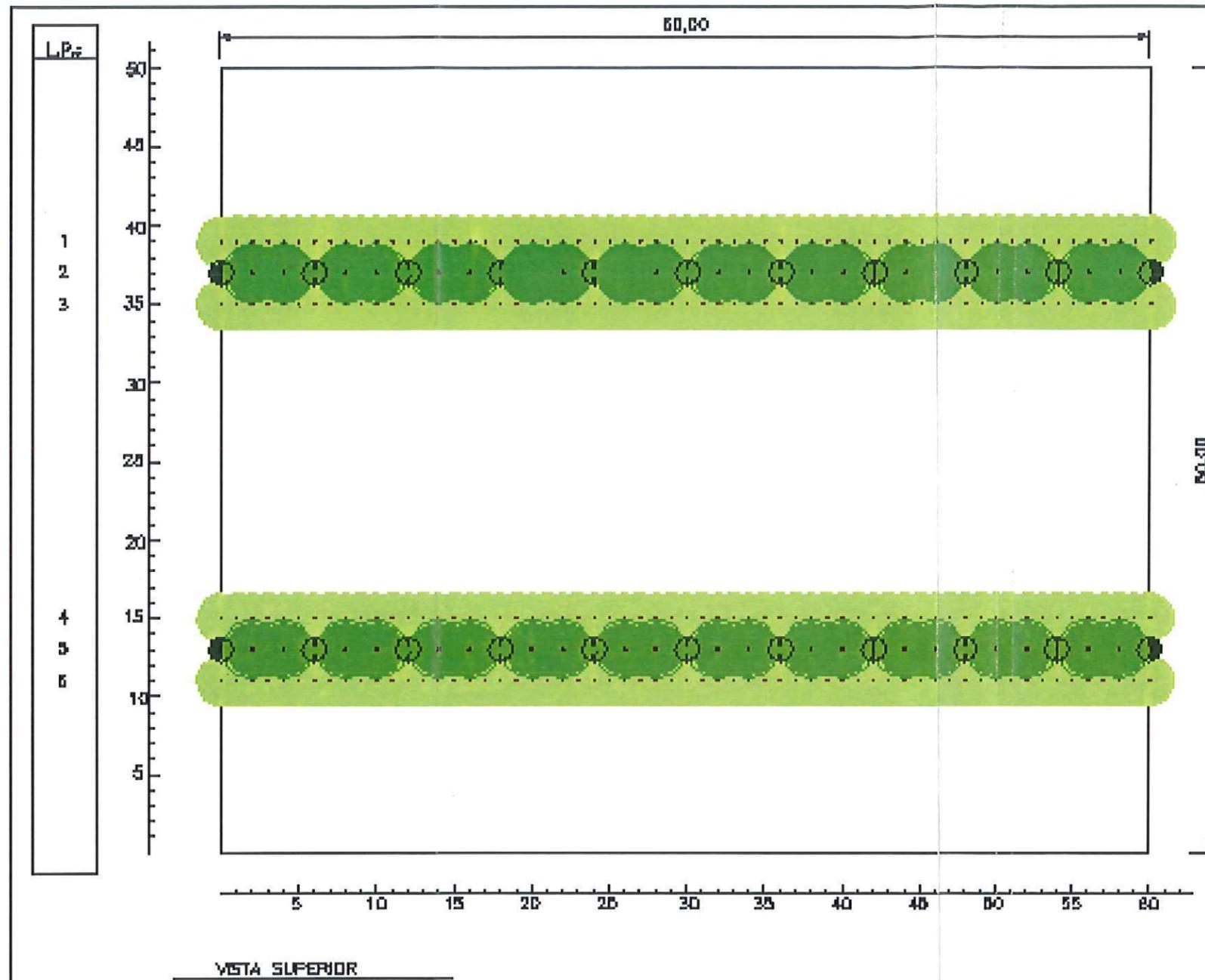
Após a derruba e queima da vegetação secundária este sistema foi estabelecido, sendo que o preparo do solo foi de forma mecanizada através de gradagem.

Cada parcela recebeu adubação a lanço, sendo duas toneladas de calcário/ha, 20 kg/ha de nitrogênio (N); 40 kg/ha de fósforo (P) e 25 kg/ha de potássio (K). Foram cultivados, em seqüência, milho (*Zea mays*) e caupi (*Vigna unguiculata*) no primeiro ano e, no segundo ano, mandioca (*M. esculenta*) (Figura 4).

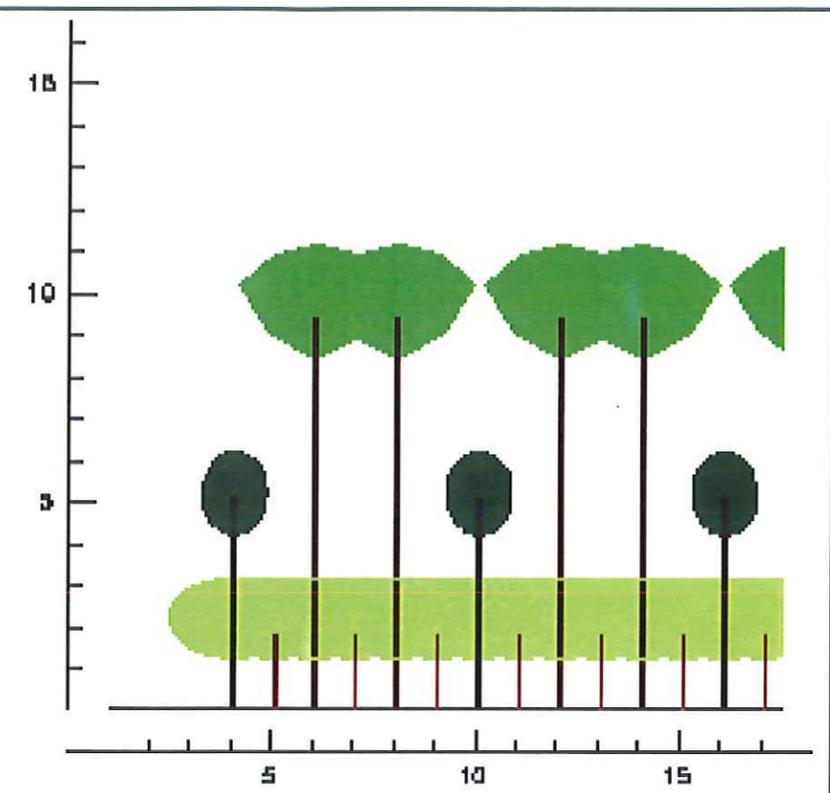
ANO	1992				1993				1994				1995				1996-1999			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Milho	X	x	x	x																
Caupi		x	x	x																
Mandioca					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mucuna	x	x	x	x																
Ingá	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paricá	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mogno	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gliricidia	X	x	x	x																
B.humidicola					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
B. Brizanta					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Desmódio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Figura 4 – Distribuição temporal dos componentes do sistema ASP1, Manaus-AM.

Durante o cultivo do milho foram implantados os componentes madeireiros em faixas no centro das parcelas, com uma distribuição de duas árvores de paricá (*Schizolobium amazonicum*) seguidas por uma planta de mogno (*S. macrophylla*) com 2,0 m entre linhas. O ingá foi plantado com espaçamento entre linhas de 1m x 1m, em faixas laterais a 1m de distância do mogno e paricá. A densidade das espécies arbóreas plantadas foi de 73 árvores/ha para o mogno, 133 árvores/ha para o paricá e 206 árvores/ha para o ingá. No terceiro ano, foram implantadas as forrageiras, desmódio (*Desmodium ovalifolium*), quicuío (*Brachiaria humidicola*) e brizantão (*Brachiaria brizanta*) e no final do quarto ano foi introduzido o componente animal. Nos sistemas ASP1 e ASP2 foi plantado como cerca viva *Gliricidia sepium* (Figuras 5 e 6).



VISTA SUPERIOR



LINHA 2 COM LINHA 1 AO FUNDO
PERFIL ESQUEMÁTICO

DESENHO ESQUEMÁTICO DOS COMPONENTES
DO SISTEMA ASP 1 – AGROSILVIPASTORIL
– VISTA SUPERIOR –

ano: 1995

LEGENDA:

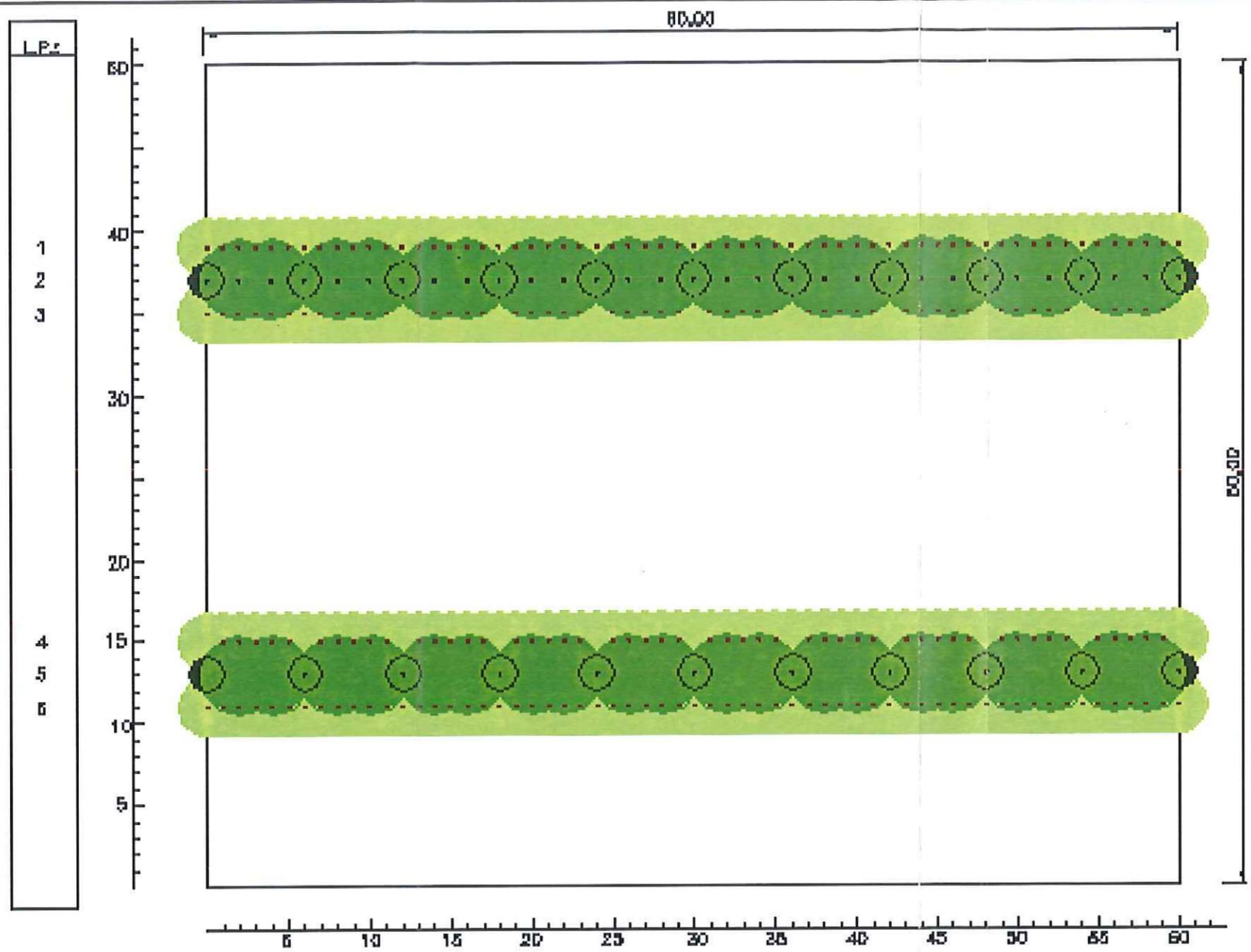
Espécie	Tronco	Copa
Ingó		
Paricá		
Mogno		

LINHAS DE PLANTIO (L.P.):

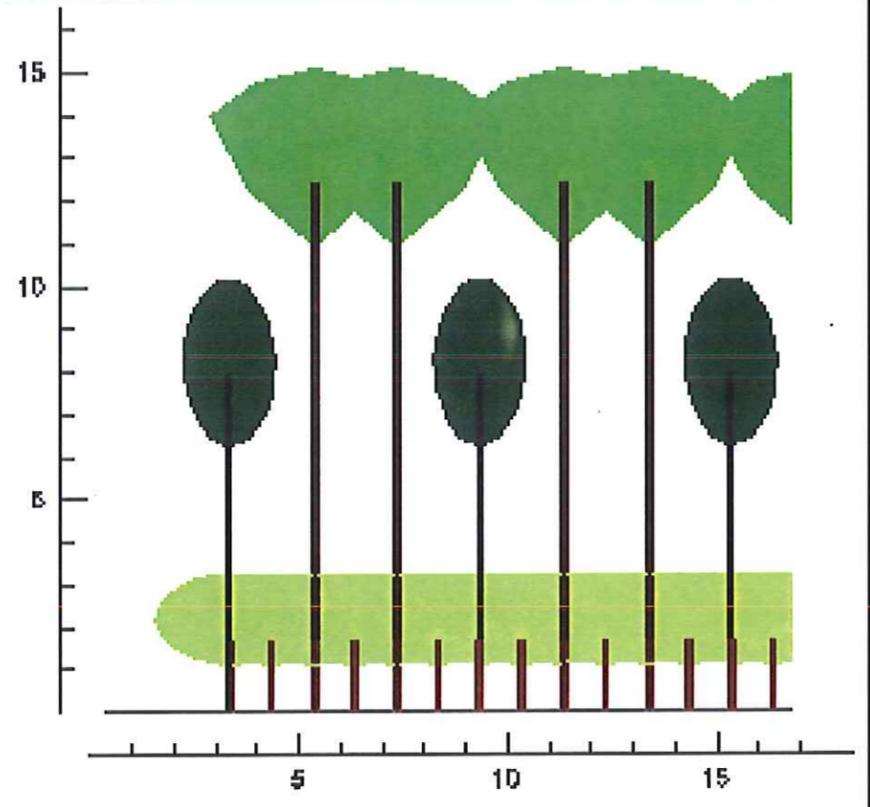
- 1 - INÓA
- 2 - MOGNO E PARICÁ
- 3 - INÓA
- 4 - INÓA
- 5 - MOGNO E PARICÁ
- 6 - INÓA

NOTAS:

- NÚMERO UNIDADES POR CERCA-VIVA (BRANCO explora)
- MEDIDAS EM METROS;
- AS FORMAS HACHURADAS MOSTRAM AS COPAS QUE ESTÃO ACIMA DO PAVIMENTO;
- AS REPRESENTAÇÕES DO PERÍMETRO DAS COPAS (LINHAS FORMADAS POR CIRCUNFERÊNCIAS), NÃO HACHURADAS, MOSTRAM AS COPAS DE ÁRVORES SOBREPOSTAS POR OUTRAS ESPÉCIES DO PAVIMENTO;



VISTA SUPERIOR



LINHA 2 COM LINHA 1 AO FUNDO
PERFIL ESQUEMÁTICO

DESENHO ESQUEMÁTICO DOS COMPONENTES
DO SISTEMA ASP 1 - AGROSILVOPASTORIL
- VISTA SUPERIOR -

ano: 1998

LEGENDA:

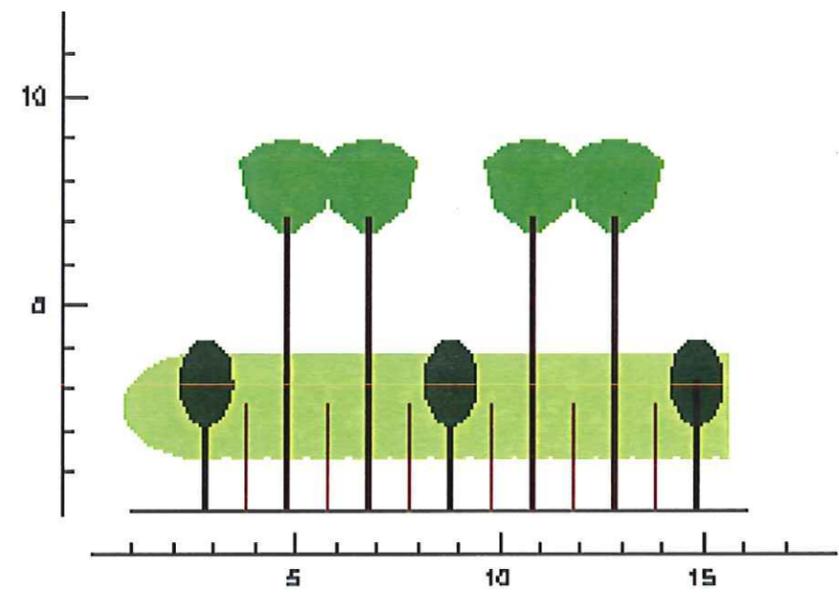
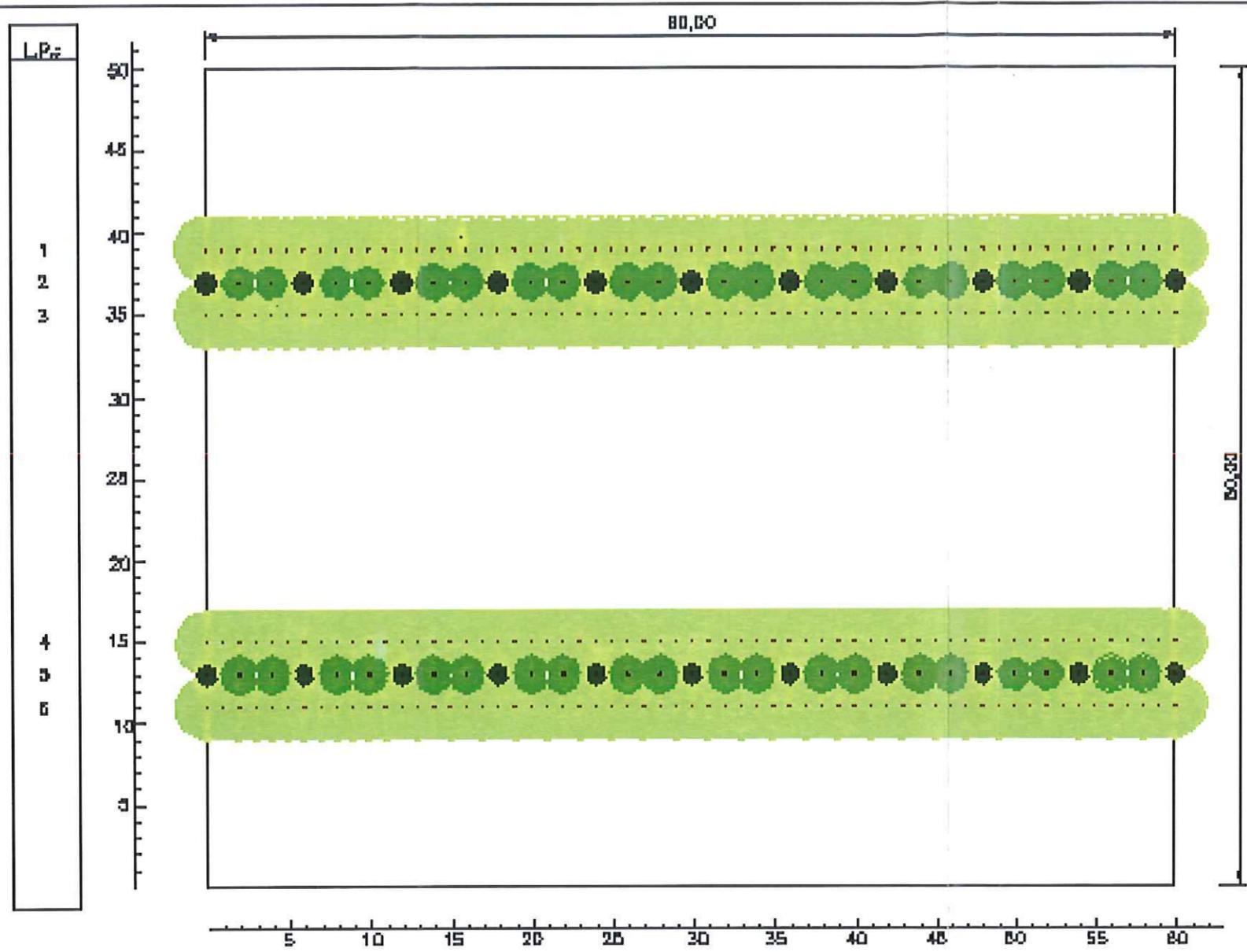
Espécie	Tronco	Copa
Ingá		
Paricá		
Mogno		

LINHAS DE PLANTIO (LP.):

- 1 - INGÁ
- 2 - MOGNO E PARICÁ
- 3 - INGÁ
- 4 - INGÁ
- 5 - MOGNO E PARICÁ
- 6 - INGÁ

NOTAS:

- MÓDULO LIMITADO POR CERCA-VIVA (costado esquerdo);
- MEDIDAS EM METROS;
- AS FORMAS HACHURADAS MOSTRAM AS COPAS QUE ESTÃO ACIMA DO PAVIMENTO;
- AS REPRESENTAÇÕES DO PERÍMETRO DAS COPAS (LINHAS FORMADAS POR CIRCUNFERÊNCIAS), NÃO HACHURADAS, MOSTRAM AS COPAS DE ÁRVORES SOBREPOSTAS POR OUTRAS ESPÉCIES DO PAVIMENTO;



DESENHO ESQUEMÁTICO DOS COMPONENTES DO SISTEMA ASP 2 – AGROSILVIPASTORIL

– VISTA SUPERIOR –

ano: 1995

LEGENDA:

Espécie	Tronco	Copa
Ingá		
Paricá		
Mogno		

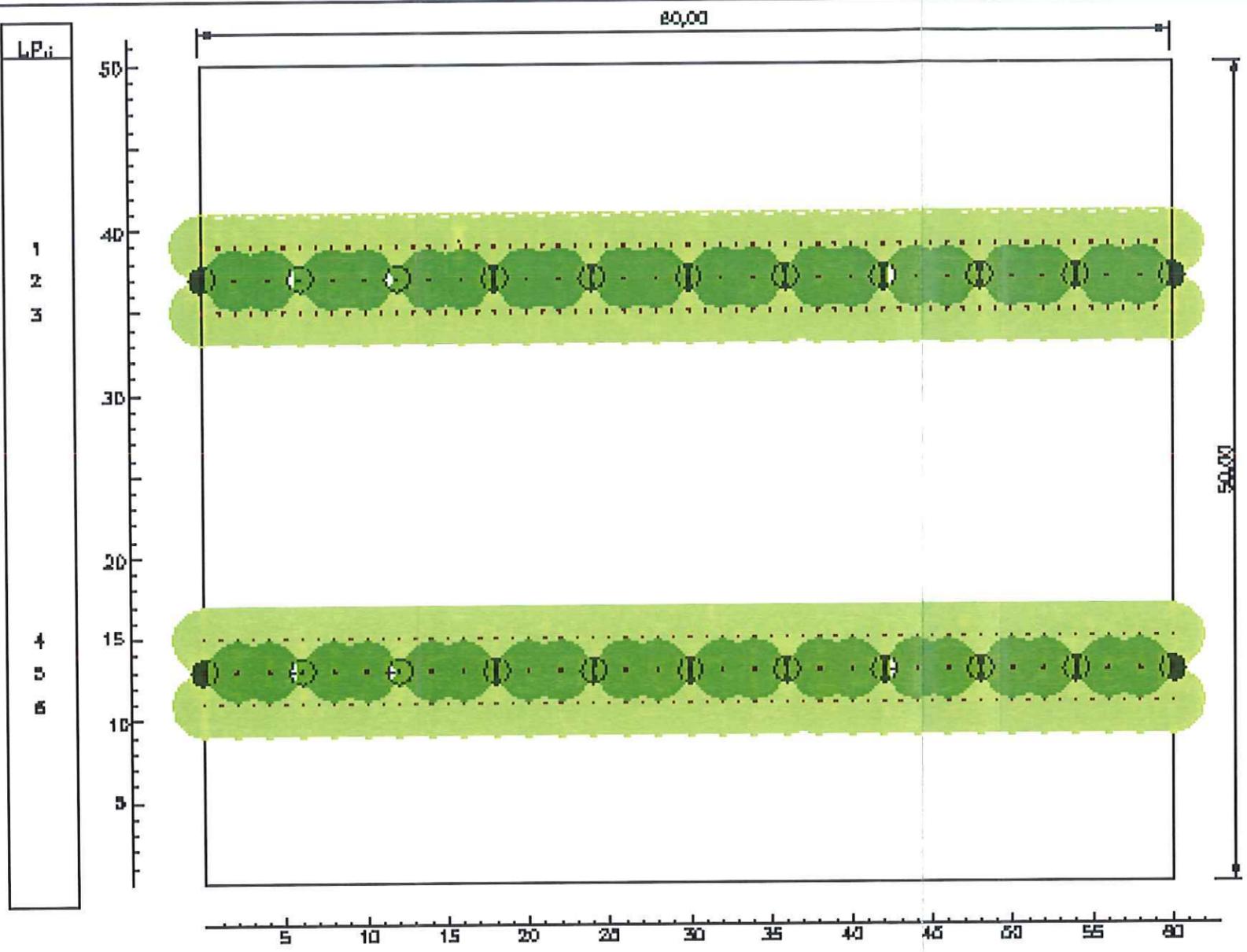
LINHAS DE PLANTIO (LP.):

- 1 - INGÁ
- 2 - MOGNO E PARICÁ
- 3 - INGÁ
- 4 - INGÁ
- 5 - MOGNO E PARICÁ
- 6 - INGÁ

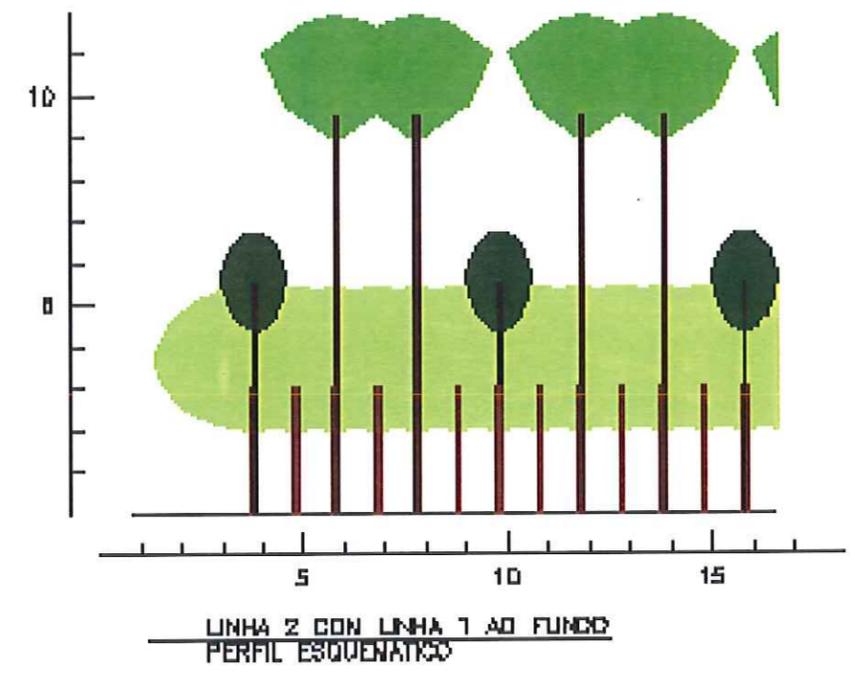
NOTAS:

- NÚMERO UNIDADES POR CERCA-VIVA (BANDEIRA apitum);
- MEDIDAS EM METROS;
- AS FORMAS HACHURADAS MOSTRAM AS COPAS QUE ESTÃO ACIMA DO PAVIMENTO;
- AS REPRESENTAÇÕES DO PERÍMETRO DAS COPAS (LINHAS FORMADAS POR CIRCUNFERÊNCIAS), NÃO HACHURADAS, MOSTRAM AS COPAS DE ÁRVORES SOBREPOSTAS POR OUTRAS ESPÉCIES DO PAVIMENTO;

VISTA SUPERIOR



VISTA SUPERIOR



LINHA 2 COM LINHA 1 AO FUNDO
PERFIL ESQUEMÁTICO

DESENHO ESQUEMÁTICO DOS COMPONENTES DO SISTEMA ASP 2 - AGROSILVOPASTORIL - VISTA SUPERIOR -

ano: 1998

LEGENDA:

Espécie	Tronco	Copa
Ingá		
Paricá		
Nogueira		

LINHAS DE PLANTIO (L.P.):

- 1 - INGÁ
- 2 - MOCHO E PARICÁ
- 3 - INGÁ
- 4 - INGÁ
- 5 - MOCHO E PARICÁ
- 6 - INGÁ

NOTAS:

- MÓDULO LIMITADO POR CERCA-VIVA (OBRA EM EXECUÇÃO)
- MEDIDAS EM METROS
- AS FORMAS HACHURADAS MOSTRAM AS COPAS QUE ESTÃO ACIMA DO FUNDAMENTO;
- AS REPRESENTAÇÕES DO PERÍMETRO DAS COPAS (LINHAS FORMADAS POR CIRCUNFERÊNCIAS), NÃO HACHURADAS, MOSTRAM AS COPAS DE ÁRVORES SOBREPOSTAS POR OUTRAS ESPÉCIES DO FUNDAMENTO;

As espécies arbóreas como ingá, mogno e paricá tiveram tratamentos semelhantes ao ASP 1. No terceiro ano, foram introduzidas as forrageiras *Brachiaria* e o *Desmodium* em consórcio com a leguminosa *Gliricidia*. No quarto ano, foi introduzido o componente animal (Figuras 8 e 9).

C) Sistema Agrossilvicultural – Sistema com base em palmeira ASC1

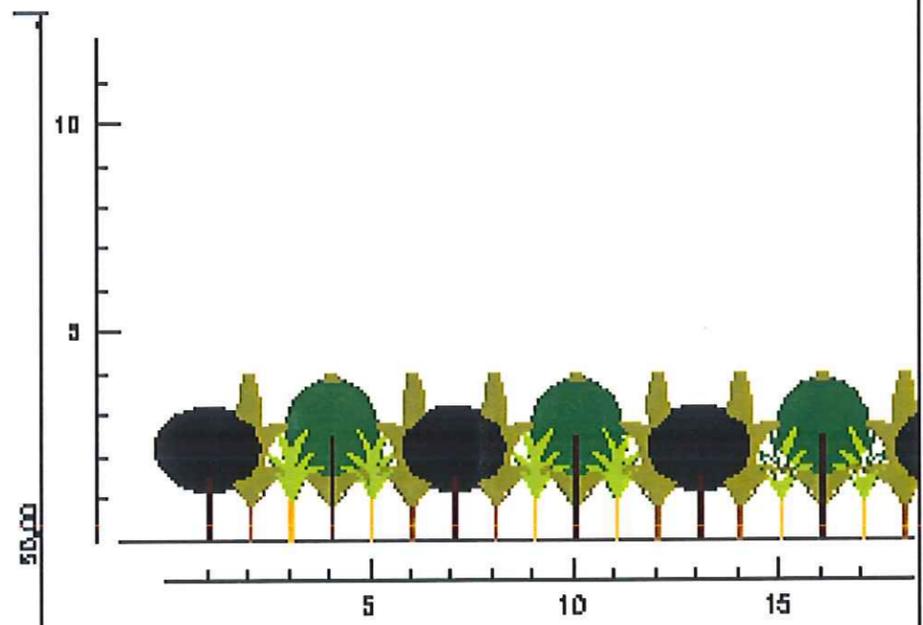
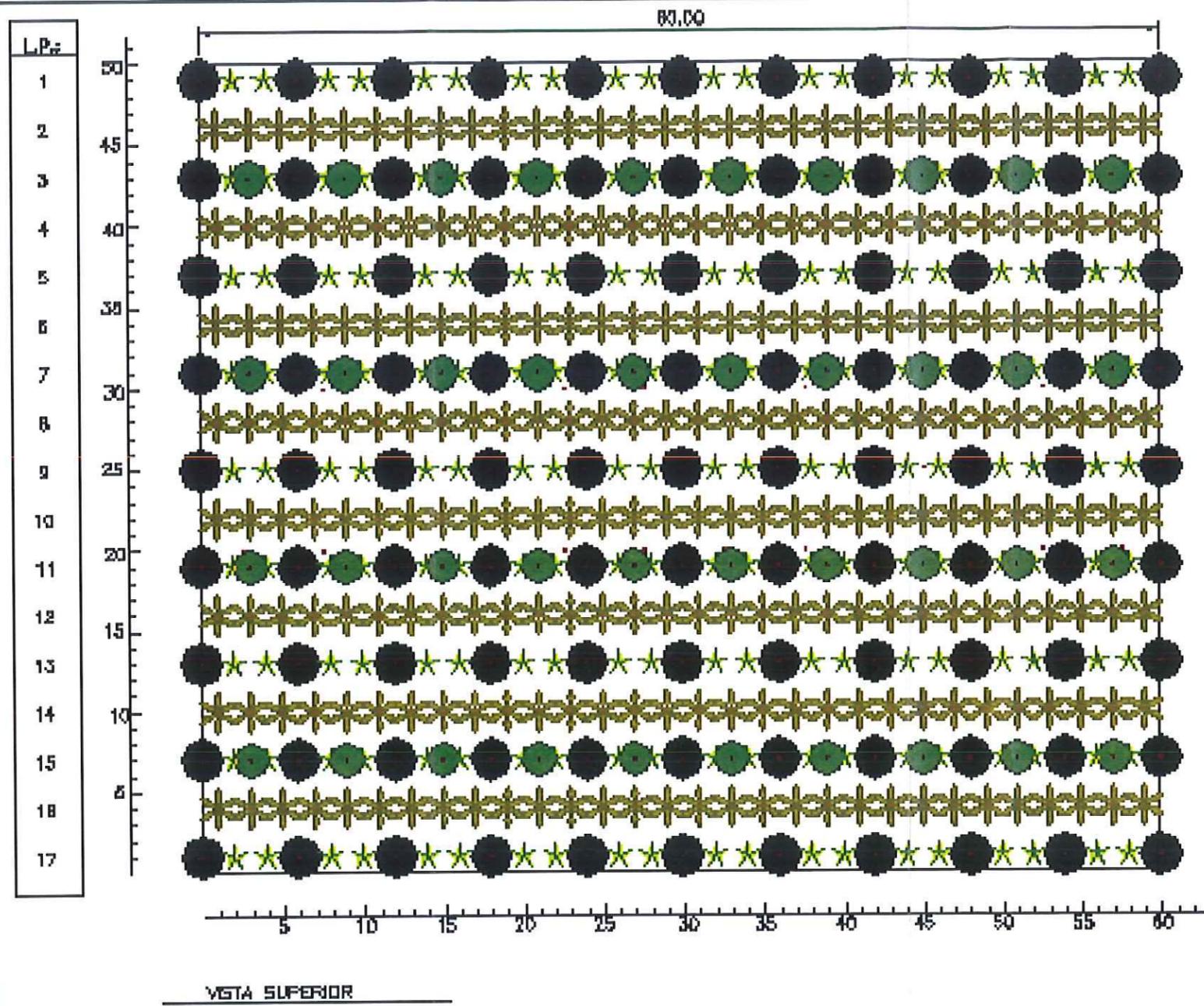
A área de vegetação secundária foi derrubada e queimada, foram introduzidos no primeiro ano o arroz (*Oriza sativa*) em espaçamento de 0,30 x 0,20 m, o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em 6 x 6 m e a pupunha (*Bactris gassipaes*) em 6 x 2m para produção de frutos e palmitos (Figura 10), além da mandioca (*Manihot esculenta*) em 1m x 1m. A mucuna (*Mucuna sp*) foi plantada no final do período seco nas entrelinhas das culturas arbóreas. A *Gliricidia sepium* foi plantada como cerca viva a cada 2,5 m. No arroz foi aplicado 20 kg/ha de fósforo nas linhas (Figuras 10,11,12). Um período de seca anormal comprometeu seriamente o primeiro plantio de arroz.

Ano	1992				1993				1994				1995				1996-1999			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Arroz	xxx				xxx															
Mandioca					xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx												
Mucuna			Xxxxx																	
Cupuaçu	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx																			
Pupunha	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx																			
Açaí									xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx											
Colubrina													xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx							
Gliricidia	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx																			

Figura 10 – Distribuição temporal dos componentes do sistema ASC1, Manaus-AM.

No ano seguinte, o arroz foi reintroduzido no espaçamento de 0,30 x 0,20 m nas entrelinhas de mandioca (*Manihot esculenta*). No final do segundo ano, o açaí (*Euterpe oleraceae*) foi incorporado ao sistema com espaçamento 6m x 2m intercalado ao

cupuaçu (6m x 6m). No terceiro ano, somente a mandioca foi introduzida utilizando o espaçamento 2m x 1m. No quinto ano, foi realizada a primeira colheita de palmito (para cada três plantas de pupunha, duas foram destinadas à produção de palmito). No final do terceiro ano, foi introduzida a colubrina (*Colubrina glandulosa*) como componente arbóreo, com espaçamento 12m x 6m, a 1 m do açai e a 2 m do cupuaçu (Figuras X e Y). Nas bordas do sistema agrossilvicultural foi introduzida a *Gliricidia sepium*, com espaçamento 2m x 2m, como cerca viva e fonte de adubo verde quando podadas.



PERFIL ESQUEMÁTICO:
LINHA 3 COM LINHA 2 AO FUNDO

DESENHO ESQUEMÁTICO DOS COMPONENTES
DO SISTEMA AS 1 - MULTISTRATO
- VISTA SUPERIOR -

ano: 1996

LEGENDA:

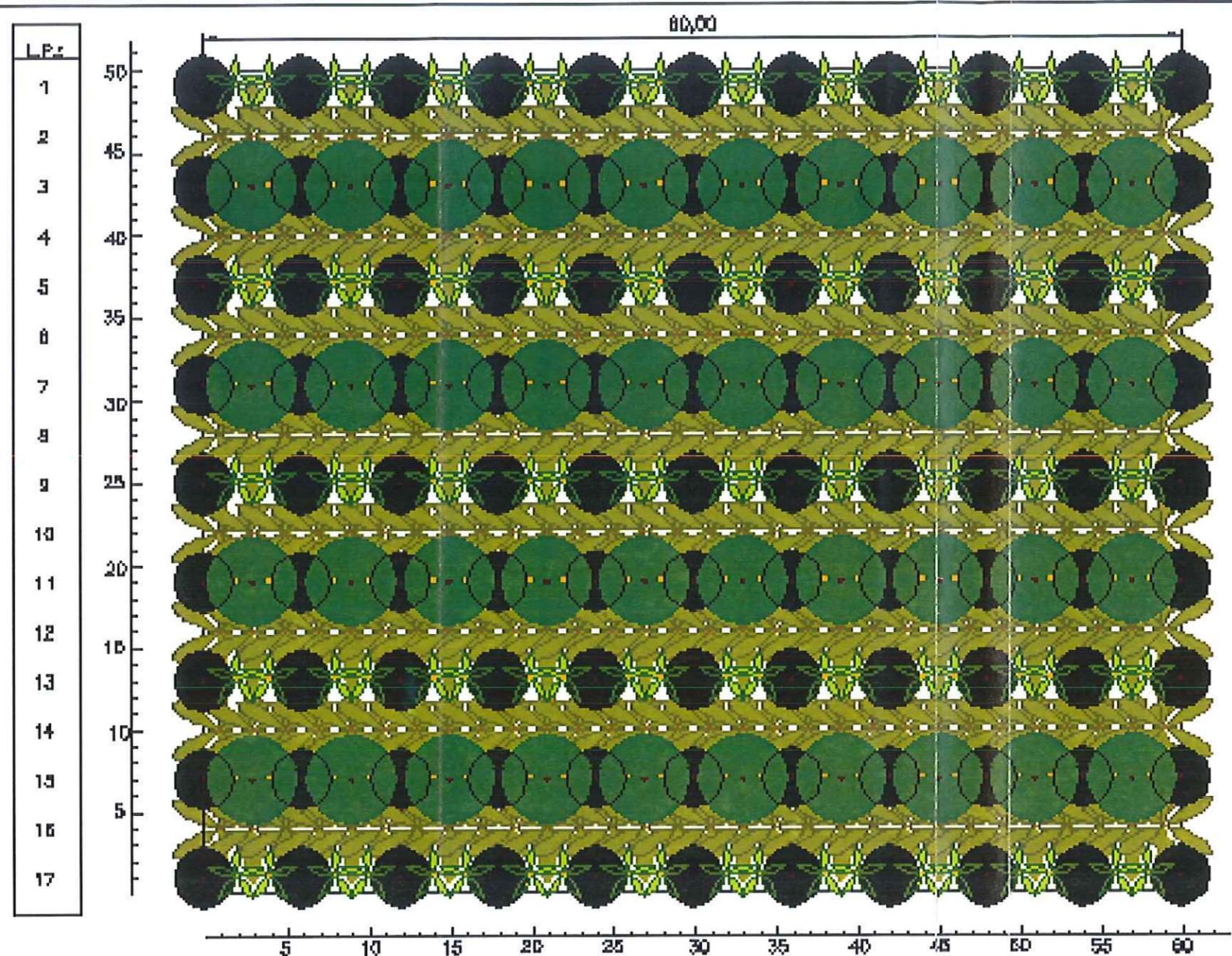
Espécie	Tronco	Copa
Açaí		
Colubrina		
Cupuaçu		
Pupunha		

LINHAS DE PLANTIO (L.P.):

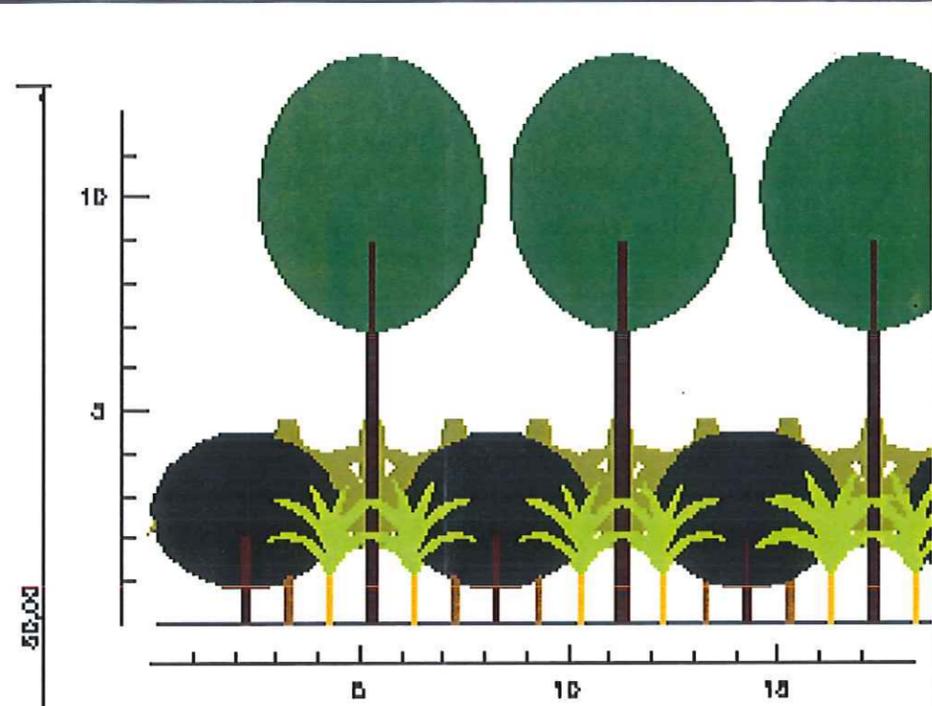
- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 - CUPUAÇU e AÇAÍ | 12 - PUPUNHA |
| 2 - PUPUNHA | 13 - CUPUAÇU e AÇAÍ |
| 3 - CUPUAÇA COLUBRINA e AÇAÍ | 14 - PUPUNHA |
| 4 - PUPUNHA | 15 - CUPUAÇA COLUBRINA e AÇAÍ |
| 5 - CUPUAÇU e AÇAÍ | 16 - PUPUNHA |
| 6 - PUPUNHA | 17 - CUPUAÇU e AÇAÍ |
| 7 - CASTANHA e AZEVEDA | |
| 8 - PUPUNHA | |
| 9 - CUPUAÇU e AÇAÍ | |
| 10 - PUPUNHA | |
| 11 - CUPUAÇA COLUBRINA e AÇAÍ | |

NOTAS:

- MÓDULO UNIDADES POR CORDA-VIVA (símbolos repetidos);
- MEDIDAS EM METROS;
- AS FORMAS HACHURADAS MOSTRAM AS COPAS QUE ESTÃO ACIMA DO PIVOTAMENTO;
- AS REPRESENTAÇÕES DO PERÍMETRO DAS COPAS (LINHAS FORMADAS POR CIRCUNFERÊNCIAS), NÃO HACHURADAS, MOSTRAM AS COPAS DE ÁRVORES SOBREPOSTAS POR OUTRAS ESPÉCIES DO FUNDAMENTO;



VISTA SUPERIOR



PERFIL ESQUEMÁTICO:
LINHA 3 COM LINHA 2 AO FUNDO

DESENHO ESQUEMÁTICO DOS COMPONENTES
DO SISTEMA AS 1 - MULTIESTRATO
- VISTA SUPERIOR -

ano: 1999

LEGENDA:

Espécie	Tronco	Copa
Açacá		
Colubrina		
Cupuaçu		
Pupunha		

LINHAS DE PLANTIO (L.P.):

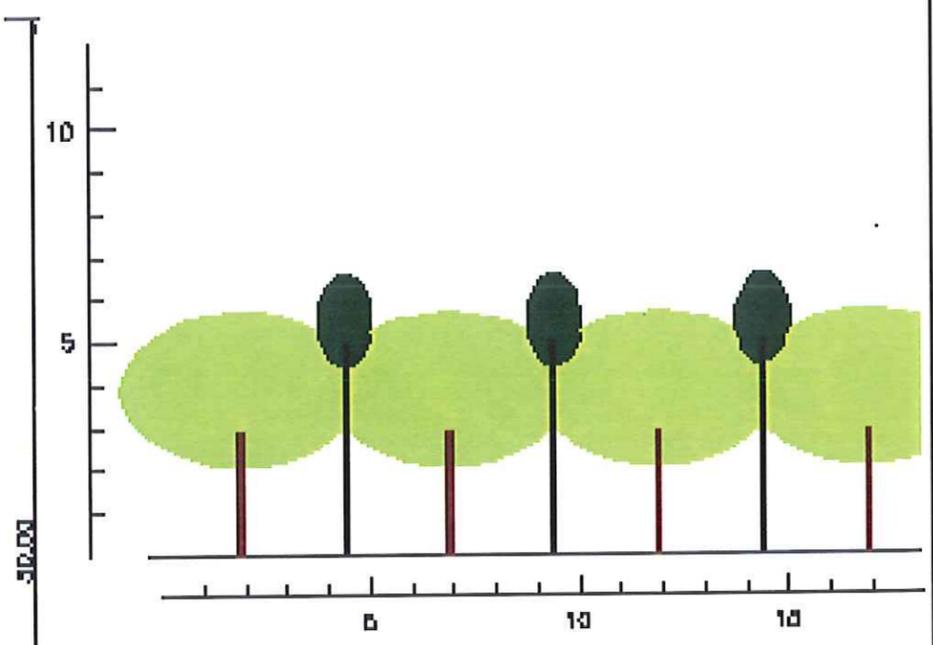
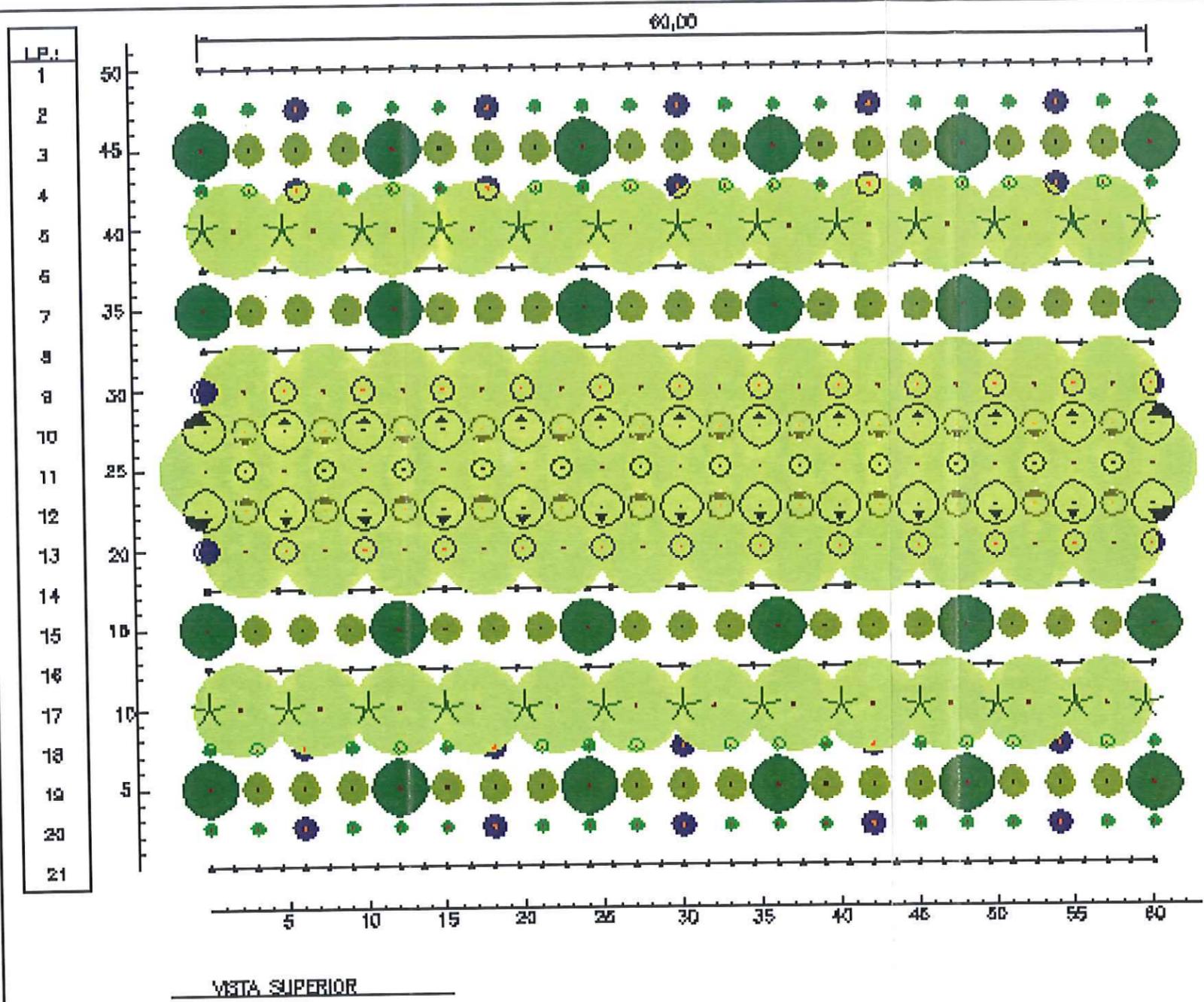
- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 - CUPUAÇU e AÇACÁ | 12 - PUPUNHA |
| 2 - PUPUNHA | 13 - CUPUAÇU e AÇACÁ |
| 3 - CUPUAÇU, COLUBRINA e AÇACÁ | 14 - PUPUNHA |
| 4 - PUPUNHA | 15 - CUPUAÇU, COLUBRINA e AÇACÁ |
| 5 - CUPUAÇU e AÇACÁ | 16 - PUPUNHA |
| 6 - PUPUNHA | 17 - CUPUAÇU e AÇACÁ |
| 7 - CASTANHA e ACEROLA | |
| 8 - PUPUNHA | |
| 9 - CUPUAÇU e AÇACÁ | |
| 10 - PUPUNHA | |
| 11 - CUPUAÇU, COLUBRINA e AÇACÁ | |

NOTAS:

- MÓDULO LIMITADO POR CERCA-VIVA (SANTALUM MEXICANUM);
- MEDIDAS EM METROS;
- AS FORMAS HACHURADAS MOSTRAM AS COPAS QUE ESTÃO ACIMA DO PAVIMENTO;
- AS REPRESENTAÇÕES DO PERÍMETRO DAS COPAS (LINHAS FORMADAS POR CIRCUNFERÊNCIAS), NÃO HACHURADAS, MOSTRAM AS COPAS DE ÁRVORES SOBREPOSTAS POR OUTRAS ESPÉCIES DO PAVIMENTO;

10m x 10m e a teca (*Tectona grandis*), em espaçamento de 10m x 15m. Como culturas frutíferas semiperenes, utilizou-se o araçá-boi, (*Eugenia stipitata*) com espaçamento 6m x 6m, o jenipapo, (*Genipa americana*) em 5m x 2,5m, a acerola (*Malpigia glabra*) com distância de 2,5m x 10m, e o maracujá, (*Passiflora edulis*) utilizando espaçamento em linha de 12m x 5m.

Como espécies utilizadas para a produção de adubo verde e proteção (quebra-vento e/ou cerca viva) utilizou-se o ingá (*Inga edulis*) com espaçamento de 6m x 6m e a gliricídia (*Gliricidia sepium*). No quinto ano (1996), foram realizadas alterações no sistema, substituindo-se 80% da teca por *Colubrina glandulosa*.



LINHA 11: MOGNO E INGÁ
PERFIL ESQUEMÁTICO

DESENHO ESQUEMÁTICO DOS COMPONENTES
DO SISTEMA AS 2 - MULTISTRATO
- VISTA SUPERIOR -

ano: 1996

LEGENDA:

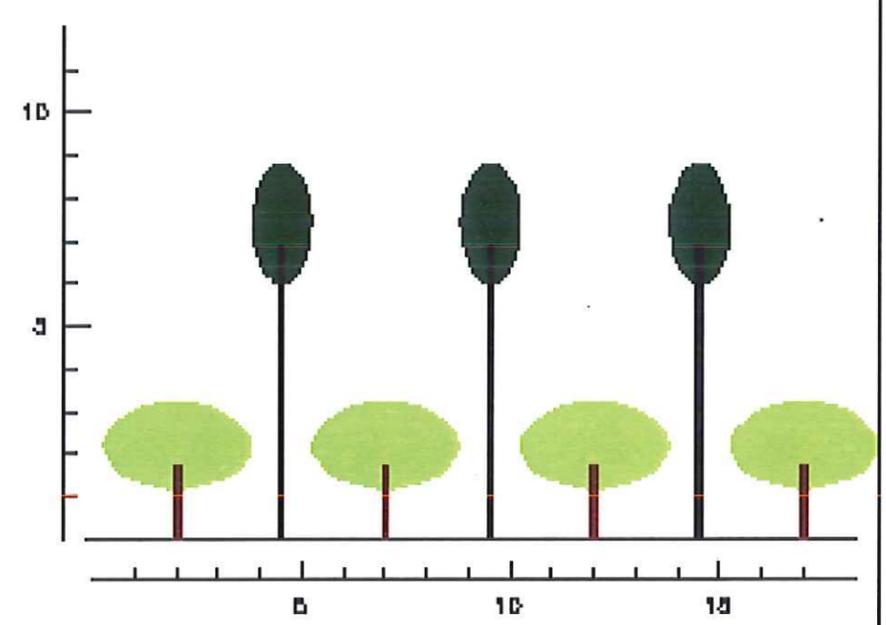
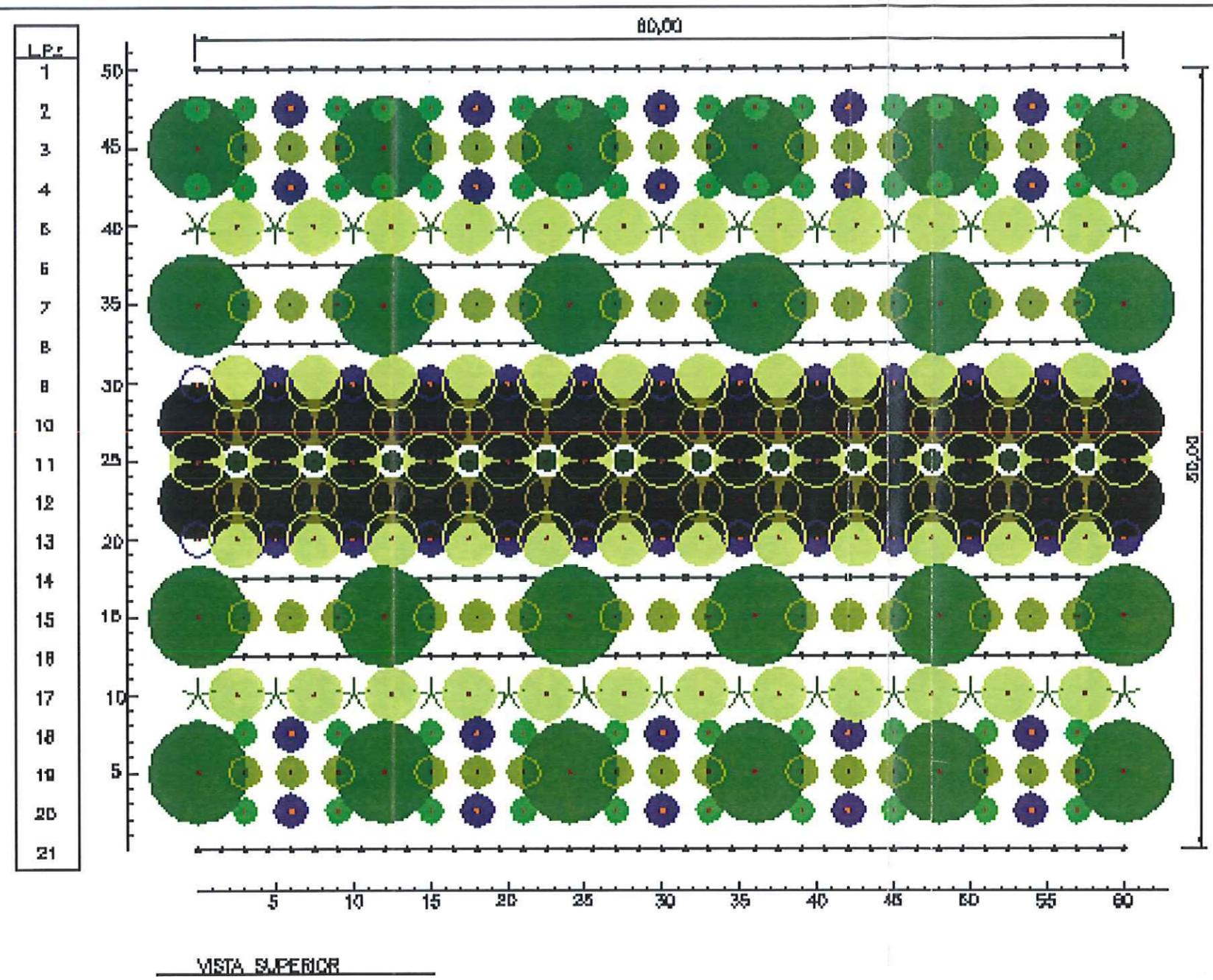
Espécie	Tronco	Copa	Espécie	Tronco	Copa
Genipapo			Ingá		
Acarala			Araça-bel		
Castanha			Cupuaçu		
Magno			Teca		
Maracujá			Banana		

LINHAS DE PLANTIO (L.P.):

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 - MANGUEIRA; | 12 - CUPUAÇU = ARAÇA-BEL; |
| 2 - GENIPAPO = TECA; | 13 - TECA = INGÁ; |
| 3 - CASTANHA = ACEPOLA; | 14 - MARACUJÁ; |
| 4 - GENIPAPO = TECA; | 15 - CASTANHA = ACEPOLA; |
| 5 - BANANA = INGÁ; | 16 - MANGUEIRA; |
| 6 - MANGUEIRA; | 17 - BANANA = INGÁ; |
| 7 - CASTANHA = ACEPOLA; | 18 - GENIPAPO = TECA; |
| 8 - MANGUEIRA; | 19 - CASTANHA = ACEPOLA; |
| 9 - TECA = INGÁ; | 20 - GENIPAPO = TECA; |
| 10 - CUPUAÇU = ARAÇA-BEL; | 21 - MARACUJÁ; |
| 11 - INGÁ = MAGNO; | |

NOTAS:

- MEDIDAS LIMITADAS POR CERCA-VIVA (SOMENTE ANTERIORES);
- MEDIDAS EM METROS;
- AS FORMAS HACHURADAS MOSTRAM AS COPAS QUE ESTÃO ACIMA DO PAVIMENTO;
- AS REPRESENTAÇÕES DO PERÍMETRO DAS COPAS (LINHAS FORMADAS POR CIRCUNFERÊNCIAS), NÃO HACHURADAS, MOSTRAM AS COPAS DE ÁRVORES BIEPOSTAS POR OUTRAS ESPÉCIES DO PAVIMENTO;



LINHA 11: MOGNO E INGA
PERFIL ESQUEMATICO

DESENHO ESQUEMÁTICO DOS COMPONENTES
DO SISTEMA AS 2 - MULTISTRATO
- VISTA SUPERIOR -

ano: 1999

LEGENDA:

Espécie	Tronco	Capa	Espécie	Tronco	Capa
Genipapo			Inga		
Acerola			Araça-bol		
Castanha			Cupuaçu		
Mogno			Teca		
Maracujá			Banana		

LINHAS DE PLANTIO (L.P.):

1 - MARACUJÁ;	12 - CUPUAÇU e ARAÇA-BOL;
2 - GENIPIPO e TECA;	13 - TECA e INGA;
3 - CASTANHA e ACEROLA;	14 - MARACUJÁ;
4 - GENIPIPO e TECA;	15 - CASTANHA e ACEROLA;
5 - BANANA e INGA;	16 - MARACUJÁ;
6 - MARACUJÁ;	17 - BANANA e INGA;
7 - CASTANHA e ACEROLA;	18 - GENIPIPO e TECA;
8 - MARACUJÁ;	19 - CASTANHA e ACEROLA;
9 - TECA e INGA;	20 - GENIPIPO e TECA;
10 - CUPUAÇU e ARAÇA-BOL;	21 - MARACUJÁ;
11 - INGA e MOGNO;	

NOTAS:

- MÓDULO LIMITADO POR CERCA-VIVA (cintilado espelho);
- MEDIDAS EM METROS;
- AS FORMAS HACHURADAS MOSTRAM AS COPAS QUE ESTÃO ADINA DO POKOAMENTO;
- AS REPRESENTAÇÕES DO PERÍMETRO DAS COPAS (LINHAS FORMADAS POR CIRCUNFERÊNCIAS), NÃO HACHURADAS, MOSTRAM AS COPAS DE ÁRVORES SOBREPOSTAS POR OUTRAS ESPÉCIES DO POKOAMENTO;

2.2.5 - Fertilidade do solo

As análises de solo foram feitas a partir de coletas feitas em sub-amostras, sendo que cada parcela foi sub-dividida em 3 sub-parcelas, e 20 amostras coletadas para formar uma amostra completa.

As amostras foram analisadas em laboratório de fertilidade de solo nos períodos de 1991, quando da implantação dos SAFs e em 1996. Foram analisados o PH, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Matéria Orgânica.

Tabela 3. Análises químicas do solo entre 1991 e 1996.

Ano	PH	P mg dm ⁻³	K	Ca mmol _c dm ⁻³	Mg	M %
				ASC1		
1991	4,4	2,2	1,4	12,7	4,7	34,6
1996	4,5	3,0	0,8	5,4	2,4	54,9
				ASC2		
1991	4,3	1,7	1,3	8,6	3,1	49,7
1996	4,4	2,8	0,9	3,6	1,7	65,2
				ASP1		
1991	4,3	1,9	1,2	8,7	3,3	48,5
1996	4,3	1,6	0,5	5,0	1,2	63,5
				ASP2		
1991	4,3	1,6	1,0	7,5	3,3	53,1
1996	4,3	1,6	0,5	2,4	1,5	74,2
				Testemunha		
1991	4,5	2,6	0,20	1,27	0,52	34,6
1996	4,3	1,2	0,07	0,42	0,31	56,1

O solo é classificado como latossolo amarelo distrófico, de textura argilosa. Este tipo de solo é muito freqüente na região, onde cerca de 90% dos solos são ácidos.

Observa-se a redução nos teores de nutrientes, com exceção dos teores de matéria orgânica e de fósforo nos sistemas ASC1 e ASC2 (Tabela 3). Foi necessária uma suplementação dos nutrientes no solo, para o estabelecimento e vigor inicial das espécies

arbóreas, pelo menos nos primeiros anos de implantação dos sistemas para reincorporar estes sistemas ao processo produtivo.

2.2.6 – Medições

Foram realizadas avaliações anuais nas espécies arbóreas, quanto ao crescimento da planta em altura (m), diâmetro do caule (cm) aos 30 cm de altura e aos 1,30m, além do diâmetro da copa onde foram feitas duas medidas e posteriormente a média da direção Norte-Sul e Leste-Oeste.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 - Sistema Agrossilvicultural com Base em Palmeiras (ASC1)

O ASC1 é formado particularmente por espécies consideradas como espécies altamente comerciais na Amazônia, como pupunha e açaí, além de cupuaçú. Apesar da adaptação destas espécies em solos ácidos, todas tiveram dificuldades no desenvolvimento durante os anos de implantação em função da baixa disponibilidade de nutrientes do solo após a queima (Tabela 3), o que exigiu uma suplementação de fertilizantes para evitar a morte das plantas. No entanto, o maior problema na fase de crescimento das plantas foi o período de *El Niño* (fenômeno climático) com longo período de estiagem nos meses de janeiro e fevereiro, e as características físicas do solo, que impediram o desenvolvimento do sistema radicular para a captação de nutrientes disponíveis nas camadas inferiores no solo, abaixo dos primeiros 20 cm do solo.

Tabela 4: Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASC 1.

ASC1								
Açaí								
Ano	Altura		Diâmetro		DAP			
	Copa		0,3 m		1,3m			
	m		m	cm	cm		cm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	1,74	0,56						
1997	1,35	0,57	2,12	0,48	5,99	1,69		
1998	3,02	0,93	2,96	0,53	3,87	1,67	6,32	3,06
Pupunha								
Ano	Altura		Diâmetro		DAP			
	Copa		0,3 m		1,3m			
	m		M	cm	cm		cm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1997	2,88	0,99	3,55	0,58			9,11	2,78
1998	4,69	2,40	3,82	0,98			12,319	3,71

Tabela 5: Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASC 1.

ASC1								
Colubrina								
Ano	Altura		Diâmetro		DAP			
	m		Copa M		0,3 m cm		1,3m cm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	3,81	0,87	2,20	0,40			2,87	0,73
1997	8,06	1,02	3,36	0,54			7,40	1,39
1998	10,29	1,61	4,80	1,01			9,81	1,75
1999	13,31	1,39	5,19	0,93			13,39	1,88
Cupuaçu								
Ano	Altura		Diâmetro		DAP			
	m		Copa M		0,3 m cm		1,3m cm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	3,18	0,81	2,61	0,65				
1997	3,98	0,83	3,39	0,82			8,30	4,73
1998	4,13	0,58	4,45	1,12			8,84	1,63
1999	4,48	0,70	4,5	1,00			9,77	1,5

Apesar de ser plantado dois anos após o plantio das outras culturas, o açaí apresentou um bom desenvolvimento aos 6 anos com 3,02 m de altura, 2,96 m de diâmetro da copa e DAP 6,32 cm. Este componente inicialmente não foi selecionado para compor este sistema, no entanto, como este experimento foi visitado anuais de pequenos agricultores, que recomendaram a inclusão do açaí no sistema. O espaçamento do cupuaçu (6 x 6 m), causava preocupação aos produtores que consideravam haver um espaço perdido entre as linhas de cupuaçu (Figura 11). Perguntado qual espécie seria

ideal para ocupar esse espaço, foi unânime a indicação pelos produtores do açaí. O açaí é uma cultura tradicional do Pará, e sempre despertou o desejo dos produtores amazonenses em cultivá-los em terra firme.

Tradicionalmente o cultivo da pupunha comercial sempre foi feito em monocultura. A alta densidade da cultura interfere na sua produtividade. Isso foi observado em plantas de pupunha de até 2.000 plantas /ha (Lunz, 2000). O que tentamos evitar neste experimento, foi diminuir a competição mantendo a densidade de pupunha em torno de 248 plantas /ha, sendo que de cada três plantas, duas eram utilizadas para produção de palmito.

Em função do baixo desenvolvimento das plantas no primeiro ano de implantação, a colheita do palmito somente foi iniciada a partir do terceiro ano. No entanto, o cultivo adensado na Amazônia preconiza a colheita de palmito a partir dos 18 meses, o que não foi possível neste experimento em função do baixo vigor das plantas.

Após a retirada do palmito observaram-se reações, tais como, a morte das raízes superficiais. Isso provavelmente promoveu benefícios ao sistema, devido à incorporação de tecido morto na reciclagem de nutrientes, enriquecendo o sistema e reduzindo desta forma a competição com os demais componentes. Ocorreu também o tombamento de algumas plantas provocados pelo ataque de broca no caule.

A pupunheira produziu pouca liteira, o que provocou grande perda de solo do sistema através da erosão, sugerindo a necessidade de uma espécie para cobertura do solo. Os resultados indicam que a pupunha apresenta grandes potencialidades em sistemas agroflorestais nas condições de solos degradados. Recomenda-se a condução de no máximo 2 perfilhos por planta, assim como a abertura de luz através de podas laterais nos demais componentes. Em função da pouca produção de liteira, é necessário o estabelecimento de uma leguminosa de cobertura para produção de matéria orgânica, que pode ser a mucuna ou pueraria.

As plantas que são utilizadas para produção de frutos também podem ser utilizadas como fornecedoras de biomassa para a melhoria do solo. A frutificação somente iniciou-se aos 3,5 anos após a implantação da cultura.

A *Colubrina glandulosa* foi implantada no 3º ano com 63 plantas/ha após a implantação dos demais componentes do sistema, sendo a que apresentou o melhor desempenho em vigor, mesmo tendo sido plantada mais tarde (Figura 12). A planta atingiu a altura de 13,3 metros após quatro anos, 5, 19m de diâmetro de copa e DAP de 13,35 cm. O sistema teve praticamente dois estratos verticais com o cupuaçu, açaí e pupunha na mesma altura, variando em torno de 4 a 5 metros, e a colubrina na parte superior (Tabela 6 e Figura 12). Apesar de ser uma espécie pouco conhecida, deveria ser melhor observada como componente de SAFs na Amazônia, pelo seu rápido crescimento e adaptação aos solos de baixa fertilidade. Suas características são desejáveis ao sistema, como o crescimento do fuste reto e madeira, semelhante as espécies de alta densidade utilizadas como moirões e postes.

2.3.2 Sistema Agrossilvicultural Multiestrato (ASC 2)



O ASC 2 é considerado um sistema multi-estrato formado por diferentes espécies, sendo que a maioria considerada adaptada a solos ácidos.

Tabela 6: Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASC2.

ASC2								
Cupuaçu								
Ano	Altura		Diâmetro copa		DAP			
	m		m		0,3 m		1,3m	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	2,82	1,58	2,67	0,76	6,38	0,86		
1997	3,98	0,78	3,48	1,07	8,3	3,5		
1998	4,13	0,60	4,37	1,60	8,85	1,70		
1999	4,37	0,88	5,00	1,12	10,40	1,83		
Acerola								
Ano	Altura		Diâmetro copa		DAP			
	m		m		0,3 m		1,3m	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	1,5	0,1	1,9	0,79	3,3	1,3	3,1	1,3
1997	1,5	0,1	1,5	0,13	2,0	0,06		
1998	1,5	0,04	1,4	0,17	2,9	0,04		
1999	1,7	0,6	2,1	0,9	3,1	1,3		
Araça-boi								
Ano	Altura		Diâmetro copa		DAP			
	m		m		0,3 m		1,3m	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	1,0	0,33	1,02	0,35	2,24	0,8		
1997	1,8	0,85	1,45	0,5	2,4	0,7		
1998	2,34	0,61	2,3	0,67	4,8	1,5		
1999	2,61	0,57	2,81	0,60	5,5	1,8		
Castanha								
Ano	Altura		Diametro copa		DAP			
	m		m		0,3 m		1,3m	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	4,24	2,65	3,5	1,05			0,00	1,56
1997	6,17	1,48	4,9	1,5			9,12	2,4
1998	7,93	1,47	5,8	1,8			12,4	2,4
1999	10,27	0,17	6,45	0,35			15,5	0,54

Tabela 7: Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASC2.

ASC2								
Mogno								
Ano	Altura		Diâmetro copa		DAP			
	m		m		0,3 m		1,3m	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	6,57	1,27	1,32	0,25			6,71	1,38
1997	7,71	1,16	1,19	0,33			9,2	1,7
1998	8,84	1,46	1,42	0,32			10,93	2,25
Genipapo								
Ano	Altura		Diâmetro copa		DAP			
	m		m		0,3 m		1,3m	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	1,8	0,14	0,8	0,04			2,94	0,16
1997	2,1	0,06	0,8	0,04			3,15	0,13
1998	2,8	0,10	0,7	0,07			3,53	0,23
1999	3,7	0,21	1,6	0,23			5,25	0,50
teca								
Ano	Altura		Diâmetro copa		DAP			
	m		m		0,3 m		1,3m	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	3,8	0,7	1,5	0,3	3,4	0,6	4,0	0,5
1998	7,51	1,53	2,2	0,92	14,9	3,0	11,3	4,0
Ingá								
Ano	Altura		Diâmetro copa		DAP			
	m		m		0,3 m		1,3m	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1996	5,74	0,80	5,80	1,70			11,40	4,02
1997	2,61	0,72	2,72	0,43			12,50	3,60
1998	3,24	0,78	3,55	1,62			14,87	5,21

O cupuaçu no ASC1 foi plantado com 90 indivíduos e em ASC2 apenas 26 indivíduos. No tratamento ASC1 o espaçamento foi de 6 x 6 m, distribuídos em toda a parcela (Figura 11) e no tratamento ASC2 foi plantado apenas na parte central da parcela, próximo às linhas de ingá (Figura 14). O plantio nos dois sistemas foi no mesmo período (março de 1992), recebendo 20 kg de P/ha em cada sistema. As plantas tiveram o seu desenvolvimento prejudicado pela deficiência de Potássio e Nitrogênio, sendo necessário fazer a adubação complementar de 25 kg de KCl e 20 kg de N nos anos de 1993 e 1994.

O cupuaçu iniciou sua produção aos 3 anos de idade. A produção de frutos com casca por planta foi de 568 g no ASC1 e no ASC2 foi de 1500g, sendo que a menor produção deve-se, provavelmente, à competitividade com a pupunha e a sua maior densidade (Silas et al., 2000). No ASC2, foi adotado um manejo diferenciado para o cupuaçu, no qual adotou-se a incorporação de matéria verde do ingá, que foi podado 3 vezes ao ano. Observou-se que a incorporação de folhas e galhos no período da pré-floração, favorece a produção de frutos do cupuaçu devido a decomposição da matéria verde e liberação de nutrientes, na fase em que a planta está disponibilizando a maior parte de seus nutrientes para a formação de frutos.

Em Rondônia, no Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado RECA, foram testados diferentes combinações de pupunha e cupuaçu, com densidades variando de 120 a 259 plantas de cupuaçu por ha e 60 a 198 plantas de pupunha por ha, além de 40 a 60 plantas de castanha do Brasil onde foi aplicado adubo orgânico na cova durante o plantio. De uma maneira geral, a produtividade do cupuaçu também diminuiu onde a densidade da pupunha é maior. Porém, onde a densidade do cupuaçu é superior à da pupunha, a produtividade da cultura do cupuaçu não foi afetada (Lunz, 2000).

Um outro aspecto a ser considerado é a exportação de nutrientes dos solos para a produção de frutos e partes vegetativas da planta. Em geral na Amazônia a reposição de nutrientes do solo não é feita pelos agricultores, pois não é prática usual a adubação para pequenos produtores e como 90 % dos solos cultivados são ácidos (Cochrane & Sanchez, 1982), como latossolos amarelos e podzólicos vermelho-amarelos, solos

altamente intemperizados com características de baixa fertilidade (Radam Brasil, 1975), a produtividade tende a diminuir a medida que a planta desenvolve. No entanto, o manejo adequado com leguminosas de cobertura rasteiras, arbustivas e herbáceas e árvores, promove a reposição de nutrientes via fixação biológica de nitrogênio atmosférico, o que beneficia o sistema. Além disso, promove a reposição das próprias partes das plantas através do crescimento de cascas, caule, sementes entre outros.

Um outro processo que pode beneficiar a produção é o manejo do número de perfilhos e densidade da pupunha. A retirada de perfilhos diminui o sombreamento e promove maior penetração de luz, o que beneficia tanto a palmeira como a planta companheira.

O cultivo de pupunha em geral dá-se em linhas de 1 x 1 m visando a produção de palmito e, quando cultivado em SAFs é necessário eliminar algumas plantas, devido a alta competitividade no sistema. Deve-se manter algumas plantas para produção de frutos, sendo indicado o cultivo para a produção de palmito nos primeiros dois anos da implantação do sistema em casos de solos com boa fertilidade. Com relação ao desenvolvimento do cupuaçu nos dois sistemas foram semelhantes com altura em torno de 4,4 m, diâmetro da copa de 5,0 e DAP de 10 cm.

A castanha do Pará teve um bom desenvolvimento aos seis anos, apresentando uma altura de 10,3 m, 6,5 m de diâmetro de copa e 15,5 cm de DAP. Resultado semelhante foi encontrado em SAF em Roraima-RR, num podzólico vermelho amarelo que aos cinco anos de crescimento apresentou 10,5 m de altura e DAP com 6,1 cm (Arco-verde, 2000).

Dentro da estrutura funcional do sistema agroflorestal a castanha do Pará atende as características desejáveis para o sistema quanto a formação de copa, proporcionando sombreamento adequado a demais espécies, permitindo passagem de luz e formação de liteira no solos, necessários para o equilíbrio de nutrientes das plantas.

A espécie exótica Teca foi plantada em espaçamento de 10 x 15 m e teve um bom desenvolvimento inicial aos 36 meses após o plantio, com 3,8 m de altura e DAP de 4 cm. No entanto, apresentou sintomas de deficiência de N e K, além de excessiva ramificação. Outros trabalhos recentemente publicados recomendam a teca como uma

boa espécie na composição de SAF em Manaus (Sena Gomes, 2000) e EMBRAPA Roraima-RR (Arco-verde, 2000). Devido a problemas nutricionais nesta área experimental, a teca neste tratamento foi eliminada, sendo substituída em 80% pela colubrina, como forma de melhor aproveitamento das combinações experimentais.

As espécies mogno e genipapo, apesar de diferentes formas de crescimento, tiveram bom desenvolvimento. O mogno, apresentou aos seis anos uma altura de 8,8 m e 11 cm de DAP e o genipapo aos sete anos com 3,7m de altura e 5,3cm de DAP.

O ingá teve um papel fundamental no fornecimento de biomassa para as plantas companheiras. A planta foi podada três vezes ao ano, no entanto, é necessário que esta poda seja feita na parte superior ao lugar da poda anterior, a uma distância de cerca 15 cm, pois pode provocar a morte da planta se a foi feita no mesmo local, fato este que aconteceu no início do manejo do ingá (30 % das plantas).

2.7 - Considerações finais

As espécies industriais tais como açaí e pupunha e cupuaçu requerem melhor observação quanto ao espaçamento, de acordo com esta experiência e demais citadas.

A pupunha produziu pouca liteira no ASC1 e necessita de cobertura de solo por leguminosas como puerária.

A Colubrina tem características que são desejáveis ao sistema, como o crescimento do fuste reto e boa qualidade de madeira.

A incorporação de folhas e galhos no período da pré-floração favorece a produção de frutos do cupuaçu devido a decomposição da matéria verde e liberação de nutrientes na fase fisiológica em que a planta está disponibilizando a maior parte de seus nutrientes para a formação de frutos.

O cupuaçu no ASC2 teve sua produtividade elevada devido a incorporação de folhas e galhos de ingá na fase de pré-floração. A castanha do Pará, o mogno e genipapo tiveram um bom desenvolvimento no ASC2.

O ingá teve um papel fundamental no fornecimento de biomassa as plantas companheiras.

3. O DESENVOLVIMENTO DO MOGNO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

3.1 Introdução

O mogno, *Swietenia macrophylla*, representa uma das espécies arbóreas de maior valor econômico da floresta tropical úmida, porém, devido a exploração desordenada da espécie, tornam-se necessárias pesquisas em recursos genéticos, ecologia e manejo florestal, permitindo, com base nestas informações, elaborar linhas de pesquisas para um manejo sustentável para a espécie no próximo século (Patino et al. 1997). Além do mogno outras espécies da família meliácea tem alto valor comercial potencial como o Cedro (*Cedrella odorata*).

Uma das limitações ao cultivo do mogno em plantios puros deve-se principalmente aos ataques sucessivos de uma mariposa (*Hypsipyla grandella* Zeller) que deposita seus ovos no meristema apical da planta, sendo que suas larvas abrem galerias no fuste principal, formando bifurcações no caule que depreciam o valor comercial da madeira e principalmente causam a sua morte .

Quando plantado em trilhas da mata secundária, tem-se observado menor ataque desta praga do que em situações em que mogno é plantado a plena exposição ao sol, sugerindo que uma barreira física formada por outras espécies, possa dificultar a chegada desta praga ao meristema apical desta espécie (Brienza junior, 1980 & Neves et al., 1993).

O cultivo de espécies florestais de valor comercial na Amazônia tem apresentado problemas fitossanitários como pragas e doenças, quando em cultivo solteiro. As meliáceas

(Cedro, Andiroba, Mogno entre outros) têm alta susceptibilidade aos ataques da *Hypsipyla grandella* Zeller, o que impossibilita o seu plantio em larga escala.

Pouca experiência tem sido relatada em SAFs, no entanto, cultivo em baixa densidade em áreas de vegetação secundária pode reduzir o ataque da broca do ponteiro (Grogan et al., 2002).

3.1.1 Problema

O mogno é uma espécie que pela qualidade da madeira e alto valor econômico, tem sido intensamente explorado. A baixa ocorrência da espécie e sua alta exploração tem provocado preocupação, principalmente quanto a sua conservação (Patino, 1997). A falta de plantios deve-se exclusivamente pelo ataque de uma praga e a espécie necessita de alternativas que possibilitem seu cultivo evitando desta forma sua extinção..

3.1.2 Hipótese

Os SAFs possibilitam o cultivo de mogno através de combinação com outras espécies, reduzindo o ataque da praga.

3.1.3 Objetivos

Este capítulo tem como objetivo testar e avaliar 2 diferentes safés quanto ao crescimento de mogno, comparando seus desempenhos nos sistemas e o ataque de pragas.

3.2 Material e métodos

A descrição desta parte é descrita na seção 2.2, sendo que o objeto de estudo limita-se aos tratamentos ASP1 e ASP2.

As plantas atacadas foram identificadas devido ao super-brotamento da parte aérea, apresentando bifurcações.

3.3 - Resultados e discussão

3.3.1 Ataque de *Hypsipyla*

Diferentes sistemas de plantio de mogno, em sistemas agroflorestais, em áreas de pousio de plantação de seringueira, plantio a céu aberto e em arboreto, todos no Amazonas, além de plantio em área degradada em Paragominas, no estado do Pará, apresentaram diferentes resultados ao ataque de *Hypsipyla*. Em alguns casos, a morte completa das plantas. Em plantio em linhas (arboreto) devido a exposição das plântulas ao ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller a sobrevivência foi 0% e no caso em que as plantas estavam sob pleno sol foi 58%. Em ambos o nível de ataque foi de 100%, no entanto, em plantio a céu aberto as plantas tiveram perda da gema apical e superbrotamento dos ramos laterais e no arboreto foram atacadas e não suportando morreram. Em Paragominas –Pará, o mogno plantado em SAFs, combinado com diversas espécies florestais apresentou um bom desenvolvimento, sem registro de ataque da praga Tabela 8.

Os primeiros sintomas de ataque ocorreram aos 18 meses, atingindo as plantas de mogno em 18% no ASP1 e 10% no ASP2 . No entanto, foi feita uma avaliação do ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller ao mogno e os resultados indicaram maior ataque no tratamentos ASP 1 . Esse ataque deve-se ao bom crescimento do mogno no ASPI (8,83 m), onde o mogno superou o crescimento do ingá (6,19 m) e pela sua maior exposição à parte aérea, possibilitou maior ataque do inseto ao mogno.

TABELA 8. Relação de resultados experimentais de plantios de mogno em diferentes locais.

Sistema de Plantio	Idade (anos)	Altura (m)	DAP (cm)	Ataque (%)	Sobrev. (%)	Fonte
SAF1	4	8.82	7.73	73	95	Atual
SAF2	4	5.13	4.87	90.6	97	
Pousio após plantação de Seringueira	1	2.18	2.29		100	Shift, 1996 Amazonas
	3	5.19	5.95		60	
Agrosilvopastoril	2.6	6.15	7.15			Pereira & Ulh, 1994 Pará
Arboreto	3			100	0	Neves et al., 1993 Amazonas
Plantio Aberto	3	4.35	7.03	100	58	Neves et al., 1993 Amazonas

3.3.2 Desenvolvimento do Mogno

As espécies arbóreas apresentaram os maiores valores de altura no ASP1 (Tabela 9) que no ASP2. A altura alcançada pelo mogno (1,50 m) foi inferior a do ingá (2,5 m), desde o início do crescimento em ASP2. O DAP do mogno foram maior no ASP 1 (10,68 cm) que no ASP2 (7,20 cm). O paricá também teve o mesmo comportamento nos dois tratamentos, com valores de altura e DAP superiores em ASP1.

ASP1						
Mogno						
Ano	Altura		Diámetro copa		1,3m	
	m		m		cm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1994	1,89	0,43			1,67	0,44
1995	6,22	0,80	1,58	0,36	7,33	0,90
1996	8,83	1,07	1,65	0,43	7,74	0,97
1997	9,18	0,94	1,54	0,36	9,21	1,14
1998	10,16	1,37	2,17	0,40	10,68	1,44
Paricá						
Ano	Altura		Diámetro copa		1,3m	
	m		m		cm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1994	5,90	2,4			6,90	2,8
1995	11,16	2,6	3,81	1,15	12,19	2,0
1996	12,65	2,47	4,60	1,61	12,49	1,94
1997	12,34	3,0	4,62	1,1	13,54	2,3
1998	15,11	3,82	4,97	1,54	14,07	2,55
Ingá						
Ano	Altura		Diámetro copa		1,3m	
	m		m		cm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1994	2,20	1,40			3,60	1,80
1996	6,19	1,54	6,20	1,62	11,58	5,82
1997	6,55	1,50	5,13	1,52	12,70	4,70
1998	3,24	1,70	3,55	1,60	14,87	6,87

Tabela 9: Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASP 1.

ASP2						
Mogno						
Ano	Altura		Diâmetro copa		1,3m	
	m		m		cm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1994	1,50	0,30			1,30	0,28
1995	4,10	1,30	1,27	0,40		
1996	4,52	1,53	1,25	0,43	3,70	1,36
1997	6,10	1,36	1,34	0,40	6,18	1,51
1998	6,70	1,68	1,62	0,45	7,20	1,75

Paricá						
Ano	Altura		Diâmetro copa		1,3m	
	m		m		cm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1994	5,00	1,36			5,50	
1995	8,90	2,01	1,50	0,70	9,70	3,10
1996	10,20	2,64	3,50	1,40	9,90	2,81
1997	10,30	2,70	3,80	1,30	10,40	2,60
1998	11,90	2,97	3,60	1,24	11,00	2,44

Inga						
Ano	Altura		Diâmetro copa		1,3m	
	m		m		cm	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1994	2,5	0,68			3,9	1,43
1996	5,76	1,71	5,8	1,6	9,41	3,03
1997	5,40	1,25	4,8	1,4	14,36	5,39

Tabela 10: Altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de espécies arbóreas do tratamento ASP 2.

Ao sofrer o ataque em 73% das árvores após três anos de plantio, o mogno no ASP1 já havia desenvolvido um fuste reto de boa qualidade, o que possibilitava a extração de uma madeira serrada de no mínimo 6m de comprimento. Do total de 73 plantas /ha de plantas, 27% com altura média de 8,83 m, não foram atacadas pela praga.

No ASP2, o desenvolvimento das árvores era menor que em ASP1, o que pode ter favorecido a ocorrência de maior ataque. No ASP1, houve uma resposta inicial à adubação, no entanto, observamos uma deficiência nutricional das plantas no campo.No

ASP2 ocorreram morte de plantas e as árvores apresentaram DAP menor em relação ao ASP1.

Os solos ácidos da Amazônia, em geral, apresentam baixa fertilidade com redução na captura e reciclagem de nutrientes comparados a solos férteis. A aplicação de fertilizantes, mesmo que para correção de fertilidade, contribuiu para o melhor crescimento e vigor da planta promovendo maior resistência à praga (considerando-se o menor dano causado à planta). Mesmo com o ataque da mariposa no ápice da planta, a capacidade de recuperação foi superior para o mogno no ASP1, provavelmente devido a maior incorporação de biomassa, quando da poda de ingá.

3.3.3 A interação ingá x mogno

Vários aspectos nos conduziram a escolha da espécie *Inga edulis*, entre os quais, o aspecto cultural, por ser uma espécie nativa da Amazônia e do conhecimento das populações rural, sendo de fácil reprodução, alta capacidade de fixação biológica de nitrogênio, rápido crescimento e alta formação de biomassa foliar.

Um fator que pode ser atribuído ao menor ataque de *Hypsipylla grandella* Zeller ao mogno é a proximidade com os indivíduos de ingá, que poderia ter favorecido a proteção da planta pela formação de uma barreira vegetal, o que protegeria a planta quando do sobrevôo e ataque da mariposa. Dentre as plantas governantas, o ingá desempenhou papel fundamental na proteção ao ataque de *Hypsipylla grandella* Zeller, daí a expressão governanta, na qual árvores são utilizadas para de alguma forma protegerem as outras de alguma doença, ataque de pragas ou formação de sombras.

Além disso, foi observado em campo que as flores do ingá produzem néctar floral, responsável pela atração de formigas, aranhas e outros insetos que possivelmente estejam contribuindo para um controle biológico de larvas de *Hypsipylla grandella* Zeller.

3.4 Considerações finais

Os SAFs são alternativas para o cultivo do mogno, combinado com outras espécies florestais com características semelhantes à do ingá. Com a correção da fertilidade do solo, observou-se um desenvolvimento inicial da planta o que permitiu o crescimento de uma planta com fuste reto, e com uma pequena percentagem de ataque (27%) da praga. Em pastagens abandonadas os SAFs poderão agregar um valor econômico às terra abandonadas, e proporcionar a oferta de madeira serrada maior que 6m de comprimento. Isso sugere que este SAF seja testado em larga escala, para comprovação desta hipótese em outros locais da Amazônia e além disso, testar outras plantas com características semelhantes ao ingá e paricá, de rápido crescimento e boa formação de biomassa foliar.

Ensaio biológico requerem serem desenvolvidos com o inseto para que um estudo mais específico auxiliem na compreensão da hipótese de que ingá exerce um controle biológico sobre a *Hypsipyla grandella* Zeller, sendo necessário que sejam realizados estudos de distribuição temporal da mariposa e o comportamento durante a época de floração do ingá.

4. ÁGUA NO SOLO

4.1 Introdução

A água é um dos principais fatores limitantes para o crescimento das plantas, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, no entanto, mesmo nas regiões tropicais onde a pluviometria é elevada, a água pode ser prejudicial para o desenvolvimento de culturas quando o manejo do solo é inadequado, promovendo a perda e compactação do solo (Dropelmann et al., 2000).

Em pastagens abandonadas e/ou degradadas, em que a recuperação da vegetação é lenta, a compactação e a erosão do solo aumentam e possibilitam maior lixiviação de nutrientes (Fernandes et al., 1997.). Estudos de recuperação dos solos através de sistemas agroflorestais, tem apresentado resultados positivos nestas áreas, com diminuição da densidade, aumento da taxa de infiltração da água e redução da resistência do solo (Arevalo et al., 1998, Bukhari, 1998).

4.1.1 Problema

Um dos problemas das áreas de pastagens abandonadas deve-se à compactação do solo. A recuperação dessas áreas, é um processo de custo elevado e de baixo nível de resultados de sucesso comprovado. É necessário intensificar a pesquisa sobre as espécies arbóreas, leguminosas arbustivas e de cobertura, gramíneas adaptadas às condições de solos ácidos de baixa fertilidade, e com capacidade de recuperar a estrutura física do solo.

4.1.2 Hipótese

Os SAFs podem promover a melhoria das propriedades físicas do solo através da interação entre os componentes, entre os quais melhor agregação, menor resistência, melhor porosidade do solo e conseqüentemente maior infiltração da água.

4.1.3 Objetivo

Este trabalho visa avaliar o impacto nas áreas desmatadas e estuda parâmetros físicos, dos sistemas agroflorestais em comparação com a floresta, pastagem ativa e abandonada.

4.2 Material e métodos

Para a determinação da curva de retenção de água e da densidade global do solo foram realizadas coletas de amostras indeformadas de solos em anéis de volume médio de 50 cm^3 , após a remoção da liteira, na profundidade de 5 cm. Com auxílio de aparelho de UHLAND, durante o mês de setembro de 1998, foram retiradas quatro amostras de cada parcela experimental, resultando em 12 amostras por tratamento. Os tratamentos avaliados foram ASC1, ASC2, ASP1, PAT (pastagem ativa) e FLO (Floresta), além de PAB.

As análises foram realizadas no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Agronomia do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), em Manaus, Amazonas. Após terem sido saturadas com água, as amostras foram submetidas à diferentes tensões para a obtenção da curva de retenção de água no solo. Utilizando a panela de pressão e a placa de Richards. Em seguida, as amostras foram submetidas à estufa e secas à temperatura de 105°C , por 48 horas, determinando-se a densidade global do solo com base na massa da amostra e no volume do cilindro conforme a equação:

$$Dg = \frac{M_s - T}{V}$$

onde:

Dg = densidade (g.cm⁻³)

M_s = massa do solo seco (g)

T = Tara do anel (g)

V = volume do anel (cm³)

A porosidade total foi determinada através da seguinte fórmula:

$$Pt = \frac{(M_u - M_s)}{M_s} \times 100$$

onde

Pt = Porosidade total (%)

M_u = massa da amostra úmida (g)

M_s = massa da amostra seca a 105 °C (g)

A microporosidade foi determinada pela fórmula:

$$M_i = \frac{M_{0,006} - M_s}{M_s}$$

onde:

M_i = microporosidade (%)

$M_{0,006}$ = massa da amostra na tensão de 0,006 MPa (g)

M_s = massa da amostra seca a 105 °C (g)

A macroporosidade (M_a) foi determinada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade,

$$M_a = P_t - M_i$$

Executou-se o ajuste das curvas de retenção de água de acordo com o método de Van Genuchten & Nielsen (1985), de acordo com a formula abaixo:

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{(1 + (a\Psi_m)^n)^m}$$

onde:

θ = unidade volumétrica ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

θ_r = umidade residual ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

θ_s = umidade de saturação ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

a , n , m = parâmetros empíricos

Ψ_m = potencial matricial (*cm c. água*)

4.3 Resultados e discussão

Observa-se que a maioria dos tratamentos apresentou valores de ajuste de curvas acima de 90 %, traduzido pelo coeficiente de ajuste, com o valor máximo para o PAT (96,3%) e, como de menor ajuste para o ASP1 (88,4%). Os dados coletados para obter a curva de retenção de água no solo, foram ajustados de acordo com a equação de VAN Genutchen & Nielsen (1985), que é uma das melhores modelos para descrever a curva de retenção da água, pois ajusta-se bem às pequenas variações de umidade volumétrica (Tabela 11).

Tabela 11. Parâmetros de ajuste da equação de Genutchen & Nielsen (1985).

Tratamentos	Parâmetros							
	alfa	m	n	tetar	tetas	tetai	hi	ca
ASC1	0,159	0,222	1,286	0,223	0,561	0,454	20,000	0,927
ASC2	0,141	0,225	1,290	0,213	0,546	0,440	22,000	0,925
ASP1	0,130	0,202	1,254	0,229	0,583	0,476	27,000	0,884
PAT	0,163	0,351	1,541	0,317	0,546	0,460	12,000	0,963
PAB	0,142	0,240	1,317	0,266	0,517	0,435	20,000	0,945
FLO	0,158	0,216	1,276	0,228	0,528	0,434	20,000	0,916

alfa, m, n, tetar, tetas e tetai – coeficientes da curva.

hi – numero de interações executadas

ca – coeficiente de ajuste.

O conteúdo de água no solo é expresso em porcentagem volumétrica. É obtido através do potencial mátrico, e constitui, portanto, a curva de retenção de água no solo, sendo que as pastagens ativas (PAT) e abandonadas (PAB) foram os tratamentos que apresentaram menor valor de água disponível no solo. A PAB foi usada como padrão comparativo em relação aos demais tratamentos, considerada, portanto, como testemunha em função de não ter sido dado nenhum tratamento de manejo do solo, permanecendo inalterado desde a implantação do projeto, diferentemente dos demais tratamentos (Tabela 12).

Tabela 12. Umidade volumétrica do solo (%) em função dos potenciais (MPa) constituintes da curva de retenção dos diferentes tratamentos.

Tratamento	Potencial Mátrico (MPa)						
	0,0001	0,0061	0,0101	0,0300	0,1010	0,5000	1,5100
ASC1	56,10	39,78	37,52	33,46	30,23	27,33	25,96
PAB	51,70	39,11	37,33	34,22	31,81	29,75	28,82
ASC2	54,60	38,90	36,60	32,47	29,19	26,27	24,90
ASP1	58,30	43,53	41,18	36,81	33,17	29,76	28,07
PAT	54,60	38,25	36,72	34,48	33,15	32,31	32,04
FLO	52,80	38,67	36,69	33,10	30,20	27,57	26,31

A representação gráfica das curvas de cada tratamento, comparada sua distribuição com a da testemunha é apresentada na figura 16. Observa-se que todas as curvas têm uma porosidade de saturação maior que a da testemunha (figura 16). Por ser o mesmo solo, aplica-se o conceito apresentado por Reichardt (1997), que para o solo compactado a porcentagem de saturação é menor, uma vez que o adensamento diminui o espaço poroso total que, por sua vez, é igual à porcentagem de saturação.

Observa-se que o esgotamento do solo na faixa das tensões mais elevadas, a partir de 0,01 MPa, dá-se mais rapidamente que a testemunha apenas no tratamento PAT. Todos os outros diferentes manejos e cobertura do solo possibilitaram que a variação da tensão da água no solo, nesse trecho da curva, fosse menor que a da testemunha. Na realidade, esse comportamento de curvas assemelha-se com a comparação clássica de distribuição das curvas entre um solo argiloso, ou de melhor estrutura e equilíbrio de distribuição entre a macro e microporosidade como, provavelmente, é o caso dos tratamentos ASC1, ASC2 ASP1 E FLO, e um solo arenoso, ou de pior estrutura e menor equilíbrio de distribuição entre macros e microporos que, no nosso caso, seria representado pelos tratamentos testemunha PAB e pelo PAT.

Observou-se, que o ASP1 possui a maior porcentagem de saturação, ou seja, a maior porosidade total de todos os tratamentos, seguido pelos do ASC1, PAT e ASC2, FLO e, finalmente, da testemunha. Por outro lado, essa mesma curva, na faixa das tensões mais elevadas, aponta para uma porosidade limite de água disponível à planta (1,5 MPa), isso é muito próximo à testemunha, o que indica que ambas tem uma das mais elevadas porcentagem de poros de pequenos diâmetros, cuja força capilar excede o limite teórico de extração de água pela planta, porcentagem essa só excedida pela PAT.

Todas as curvas têm como ponto visível de inflexão da curva o potencial mátrico de 0,01 MPa excetuando-se a ASP1. Deste 0,1 até 1,5 MPa a distribuição das curvas aponta a PAT como a de maior inflexão, permitindo-se que, à exemplo da comparação relativa entre um solo arenoso e argiloso, considerar-se que este tratamento conduziu o solo a ter um menor percentual de poros nessa faixa de potenciais mátricos. O intervalo em que dar-se-ia o mais rápido “secamento do solo para a planta”, ou seja, se atingiria mais rapidamente o potencial mátrico limite por unidade de água retirada pela planta. Isso pode traduzir a má distribuição da gama de diâmetros de poros ou porque o processo de secamento, passaria muito rápido para os poros de muito menor diâmetro cuja água é muito fortemente retida, portanto, indisponível, ou porque, simplesmente os microporos que poderiam reter mais água além desse limite já não existem. Com efeito, pela tabela 16 constata-se que esse solo é o que menor % de microporos apresenta. Isso já não ocorre nas curvas do FLO, ASC1 e ASC2, solos que, teoricamente, teriam melhor distribuição de diâmetros de poros, particularmente nessa faixa de potenciais mátricos.

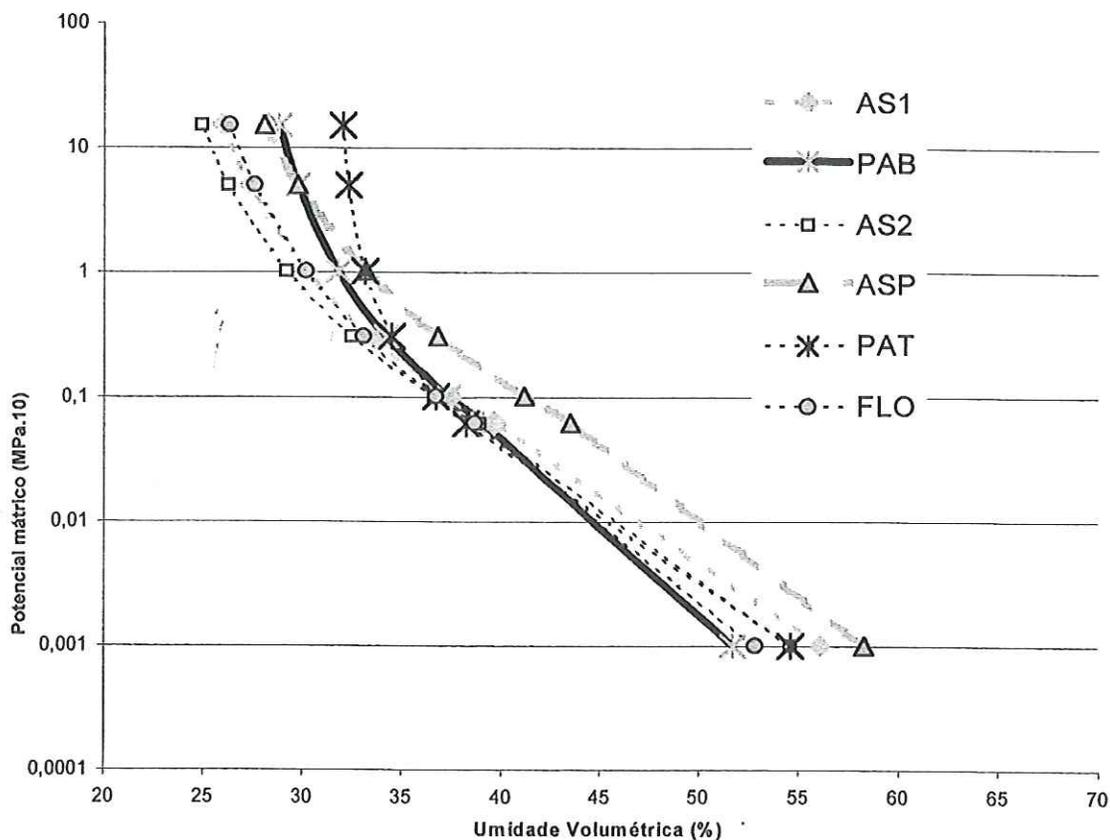


Figura 16: Curva de Retenção de Água com base na umidade volumétrica do solo (%) em função das tensões (MPa) dos diferentes tratamentos ASC1 Agrossilvicultural com base em palmeiras, PAB Pastagem abandonada, ASC2 Agrossilvicultural multiestrato, ASP1 Agrossilvopastoril, PAT Pastagem ativa, FLO Floresta.

Pela tabela 12, observa-se que todos tratamentos resultaram em um macroporosidade maior que a testemunha, com diferença máxima de 3,7%, nos tratamentos ASC1 e PAT. Tem-se que para altos teores de água nos quais fenômenos capilares são importantes na determinação do potencial matricial, a curva característica

depende da geometria da amostra, isso é, do arranjo e das dimensões dos poros, passando a ser então uma função da densidade global do solo e da porosidade.

Nos solos deste estudo, o efeito do parâmetro macroporosidade nessa característica físico- hídrica do solo, foi muito determinante uma vez que, como se pode observar pela tabela 12 a densidade global do solo apresentou-se com uma variação muito pequena numa amplitude, $0,19 \text{ g.cm}^{-3}$, apresentando, como máximo $0,96 \text{ g.cm}^{-3}$ no tratamento ASC2 e um mínimo de $0,77 \text{ g.cm}^{-3}$ no tratamento FLO.

Quanto à microporosidade há uma alternância muito grande de comportamento. Assim, os valores dos tratamentos ASC2, PAT e FLO são menores e todos muito próximos, sendo 38,9, 38,3 e 38,7 %, respectivamente, variando, portanto, de 0,8 a 0,2 % em relação à testemunha que apresenta a microporosidade de 39,1%. Já o ASC1 e ASP1 apresentaram valores acima da testemunha, 39,8 e 43,5%, respectivamente. Sabe-se que para baixos teores de água, o potencial matricial praticamente independe de fatores geométricos, prevalecendo as forças de adsorção à partículas do solo tendo grande atuação a argila e em menor intensidade o poder adsortivo da matéria orgânica.

4.3.1 Condição de aeração

O intervalo de água disponível no solo é o parâmetro que define a capacidade do solo de reter a água nos limites de potenciais mátricos que a tornam aproveitável pelas plantas. Em função do comportamento do PAT na porção de altos potenciais na qual apresenta alta taxa de variação do potencial mátrico por unidade de conteúdo de umidade retirado do solo, discutido anteriormente, o que resulta numa relativa alta

umidade à 1,5 MPa, este apresenta o menor intervalo de água disponível, podendo armazenar apenas 6,2 mm de água no horizonte de 0 a 10 cm, menor, inclusive que a própria testemunha (Tabela 12). Por outro lado, todos os outros tratamentos apresentaram um intervalo de água disponível, bem como uma capacidade de armazenamento de água no solo superior ao da testemunha, com destaque para o tratamento ASP1 (Figura 16).

A própria distribuição mais espaçada das curvas, aponta para uma condição de solo em que, para um mesmo intervalo de tensão – 0,0001 a 1,5 MPa, o solo possui, dentre outras, uma porcentagem maior de poros preenchidos com água em condição aproveitável às plantas. Essa característica mais favorável em relação à testemunha é observada, nitidamente, nos tratamentos ASC1, ASC2, ASP1 E FLO.

Os resultados do tratamento ASP1 indicam melhoria assim como disponibilidade de água no solo, devido principalmente este tratamento ser manejado com gramíneas, leguminosas de cobertura como desmodium e leguminosas arbóreas como Paricá e Ingá responsáveis pela descompactação do solo durante a recuperação do pasto.

Tabela 13. Parâmetros físico-hídricos do solo

Trat.	Parâmetros físico-hídricos				
	Macro %	Mícro %	IAD %	ARM mm	Dg g.cm ⁻³
ASC1	16,32	39,78	13,82	13,82	0,87
PAB	12,59	39,11	10,29	10,29	0,89
ASC2	15,70	38,90	14,00	14,00	0,96
ASP1	14,77	43,53	15,46	15,46	0,94
PAT	16,35	38,25	6,22	6,22	0,84
FLO	14,13	38,67	12,36	12,36	0,77

IAD – Intervalo de água disponível do solo = $\theta_{0,061} - \theta_{1,5}$

ARM – Armazenamento da água disponível no solo = $[(\theta_{0,061} - \theta_{1,5}) \div 10] \times \text{Prof. solo}_{(10 \text{ cm})}$

Dg – Densidade Global do solo

4.4 Considerações Finais

O Tratamento ASP1 possui a maior porcentagem de saturação ou seja, a maior porosidade total de todos os tratamentos, seguida seqüencialmente de ASC1, PAT e ASC2, FLO e, finalmente, da testemunha. Observa-se que todas as curvas têm uma porosidade de saturação maior que a da Testemunha. Os resultados indicam o tratamento ASP1 de melhor disponibilidade de água no solo.

5. BIBLIOGRAFIA

- ARCO-VERDE,M.; SCHWENGBER,D.R.; RIBEIRO-LUCAS, J.G.S. Avaliação silvicultural da castanha do Brasil e cupiuba em sistemas agroflorestais no estado de Roraima.In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3, Manaus, 2000. **Sistemas Agroflorestais:manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural**; resumos. Manaus: SBAF/CPAA/EMBRAPA, 2000. 64p
- AREVALO, L.A. ; ALEGRE, J.C.; BANDY,. D.E.; SZOTT, L.T. The effect of cattle grazing on soil physical and chemical properties in a silvopastoral system in the Peruvian Amazon.. (1998). *Agroforestry System*. 40:109-124
- BARROS, P. L. C. de; OLIVEIRA, F. de A.; COSTA FILHO,P. P.; SILVA, J. N. M. ; FARIAS, M. M. de e TEREZO, E. F. de M. Reservas naturais e artificiais de *Swietenia macrophylla*, King. na Amazônia Brasileira numa perspectiva de conservação. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. e CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., Curitiba-PR, 1993, Anais (Trabalhos voluntários e posters). Curitiba, SBS/SBEF, 1993. 766. v2.
- BACHES,M.M..The role of indigenous trees for the conservation of biocultural diversity in traditional agroforestry land use systems:The bungona case study.(2001). *Agroforestry System*. 52:119-132.

- BASCOPE, F., BERNADI, A.L. and LAMPRECHT, H. 1957. *Descripciones de Arboles Forestales No. 1: Swietenia macrophylla King*. Instituto Forestal Latino-Americano, Mérida, Venezuela. 18 pp.
- BEAVERS, J.P. 1994. Resource Rent, the Wood Industry, and Survival of the Rainforest in Guatemala. Masters thesis, University of Massachusetts, Amherst, Mass., USA.
- BETANCOURT, B.A. 1987. *Silvicultura Especial de Arboles Maderables Tropicales. Swietenia macrophylla and Swietenia mahagoni*, pp. 309-322, 323-341. Edit. Ci.-Téc., La Habana.
- BRIENZA JUNIOR, S. Ensaio de espécies florestais sob duas diferentes condições ecológicas. Pesquisa em Andamento da EMBRAPA/CPATU, Belém, 17: 4p, 1980.
- BUKHARI, Y.M. Tree-root influence on soil physical conditions, seedling establishment and natural thinning of *Acacia seyal* var. *seyal* on clay of Central Sudan. (1998). *Agroforestry System*. 42:33-43.
- CARVALHO, J.O.P. de. Rainforest silviculture research project. In: 4° SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 1., Belo Horizonte-MG, 1996, Anais. Belo Horizonte, BIOSFERA, 1996. 216. V1
- CAMPOS, M.J.C. Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental. Piracicaba-SP, 2000. 95p. Tese de Mestrado. ESALQ/USP.

- COCHRANE, T.T., SANCHEZ, P.A. (1982). Land resources, soils and their management. In: The amazonian region: a state of knowledge report. P.137. In: S.B. (editors) Amazonia: agriculture and land use research. CIAT, Cali, Colombia.
- COOLMAN, R.M. Nitrous oxide emissions from amazonian ecosystems. Raleigh, NC, 1994. 145p. Tese de Doutorado. NCSU.
- DHYANI, S.K. & TRIPATHI, R.S. Tree growth and crop yield under agrisilvicultural practices in north-east India. (1999). *Agroforestry System*. 44:1-2.
- DROPPELMANN, K.J.; LEHMANN, J.; EPHRATH, J.E; BERLINER, P.R. water use efficiency and uptake patterns in a runoff agroforestry system in arid environment. (2000). *Agroforestry System*. 49:223-243.
- EDLIN, H.L., [Nockels, D. and Barnett, H.]. 1973. *Atlas of Plant Life*.
- FAO. State of the world's forestry. 2001. Rome-Italy
- FEARNSIDE, P. M. Avaliação e identificação de causas e dos agentes do desmatamento. In: Seminário Internacional sobre Meio-ambiente, Pobreza e Desenvolvimento da Amazônia - SIMDAMAZÔNIA. 1992, Belém, *Anais*. Belém: (SECTAM / PRODEPA). 1992. p. 177-184
- FEARNSIDE, P. M. O potencial do setor florestal brasileiro para a mitigação do efeito estufa sob o mecanismo de desenvolvimento limpo do protocolo de Kyoto. In: G. Moreira & S. Schwartzman (eds.) AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS ECOSISTEMAS BRASILEIROS. 2000, Brasília, DF, 165 pp.
- FERNANDES, E.C.M. AND NAIR, P.K.R. (1986). An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. *Agricultural Systems*. 21:279-310.

- FERNANDES, E. C. M., NEVES, E. J. M. e MATOS, J. C. de S. Agrofloresta, capoeira manejada e plantação florestal para reabilitação de áreas desmatadas na Amazônia brasileira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. e CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., Curitiba-PR, 1993, Anais (Conferências, painéis, trabalhos de posição e convidados). Curitiba, SBS/SBEF, 1993. 96. V3.
- FERNANDES, E. C. M. and MATOS, J. C. de S. Agroforestry strategy for alleviating soil chemical constraints to food and fibre production in the Brazilian Amazon. In: P.R.Seidl, OR.Gottlieb, M.A.C. Kaplan (eds.) CHEMISTRY OF THE AMAZON. American Chemical Society Series Nr 588. ACS Books Dept., Washington, DC. 1995.
- FERNANDES, E. C. M.; BIOT, Y.; CASTILLA, C.; CANTO, A, do C.; MATOS, J. C.; SOUSA-GARCIA, S. A. de, PERIN, R. e WANDELLI, E. The impact of selective logging and forest conversion for subsistence agriculture and pastures on terrestrial nutrient dynamics in the Amazon. **Revista Ciências e Cultura**, 1997
- GRIJPMMA, P. 1976. Resistance of Meliaceae against the shoot borer *Hypsipyla* with particular reference to *Toona ciliata* M.J. Roem. var. *australis* (F. v. Muell.) C. DC. Pp. 69-78 in *Tropical Trees: Variation, Breeding and Conservation* (eds. Burley, J. and Styles, B.T.). Linnean Society, London, UK. xv + 243 pp.
- GROGAN, J., BARRETO, P. & VERÍSSIMO, A. (2002). Mogno na Amazônia brasileira: ecologia e perspectivas de manejo. **IMAZON**, Belém, 56p.
- GULLISON, R.E. 1995. *Conservation of Tropical Forests Through the Sustainable Production of Forest Products: The Case of Mahogany (Swietenia macrophylla King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia*. Doctoral dissertation, November 1995, Princeton University, Princeton, N.J., USA.

- HECHT, S. B. 1982. Agroforestry in the Amazon Basin: Practice, theory and limits of promising land use. In: AMAZONIA: AGRICULTURE AND LAND USE RESEARCH. CIAT Series 03E-3. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia 428p.
- LUNZ, A.M.P.; FRANKE, I.L.; SÁ, C.P.; ANDRADE, C.M.S. Caracterização e avaliação de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental: Projeto RECA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3, Manaus, 2000. **Sistemas Agroflorestais: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural**; resumos. Manaus: SBAF/CPAA/EMBRAPA, 2000. 349p
- MAYDELL, H.J. The contribution of agroforestry to world forestry development (1985). **Agroforestry System**, 3:83-90.
- MARTINI, A.M.Z., ROSA, N. DE A. and UHL, C. 1994. An attempt to predict which Amazonian tree species may be threatened by logging activities. **Environmental Conservation** 21: 152-162.
- McKERROW, A.J. (1992) Nutrient stocks in abandoned pastures of the central Amazon basin prior to and following cutting and burning. MS thesis. North Carolina State University, Raleigh, NC 26695, USA. 116 p.
- MITSCHEIN, T, MAGAVE, J., JUNQUEIRO, R. *Amazônia, aliança em defesa da vida*. Belém-PA, Universidade federal do Pará, **POEMA**, 1994.a
- MITSCHEIN, T. **POEMA: Em busca de alternativas contra a destruição**. In: Trópico em movimento - alternativas contra a pobreza e destruição ambiental no trópico úmido. Belém: UFPA, **POEMA**. 1994b

- MYERS, N. 1989. *Deforestation Rates in Tropical Forests and Their Climatic Implications*. Friends of the Earth, London, UK. 116 pp., illustr.
- NEVES, E. J. M.; MATOS, J. C. S.; CANTO, A. do C. e SILVA, S. E. L. Comportamento de espécies florestais a pleno sol e em linhas de enriquecimento em Manaus-AM, In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. E CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., Curitiba-PR, 1993, Anais (Trabalhos voluntários e posters). Curitiba, SBS/SBEF, 1993. 756. v2
- NEWTON, A.C. 1992. *Prospects for growing mahogany in plantations*. Presentation to The Second Pan American Furniture Manufacturers' Symposium on Tropical Hardwoods, November 3-5, 1992. Center for Environmental Study, Grand Rapids, Michigan, USA.
- OKTINGATJ,J.A.; MAGHEMBE,J.A.;FERNANDES,E.C.M.;WEAVER (1984). Plant species in the Kilimanjaro agroforestry system. *Agroforestry System*, 2:177-186.
- PÁDUA, M.T.J. O uso da floresta pelos seus povos. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. e CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., Curitiba-PR, 1993, Anais (Conferências, painéis, trabalhos de posição e convidados). Curitiba, SBS/SBEF, 1993. 94. V3.
- PATINO, F. Recursos Genéticos de *Swietenia* y *Cdrela* em los trópicos.pp. 58. FAO, Rome-Italy.
- PENNINGTON, T.D. and SARUKHAN, J.K. 1968. *Arboles Tropicales de México*. *Swietenia macrophylla*, pp. 244-245. FAO and SAG INIF, Mexico, D.F.

PEREIRA, C.A. & UHL, C. Crescimento de árvores de valor econômico em áreas de pastagem abandonada no nordeste do estado do Pará. In: GASCON, C & MOUTINHO, P. FLORESTA AMAZÔNICA: DINÂMICA, RECUPERAÇÃO E MANEJO. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Manaus, AM, 373 pp. (1998)

POSEY, D.A. Os Kayapós e a natureza. *Ciência Hoje* v.2 (12):35-41.

REICHARD, K. A água na produção agrícola. São Paulo.1978.McGraw-Hill.Brasil, 119p.

RODAN, B.D., NEWTON, A.C.; VERÍSSIMO, A. 1992. Mahogany conservation: Status and policy initiatives. *Environmental Conservation* 19: 331-338, 342.

SENA-GOMES, A. R.; MULLER, M.W.; ALMEIDA, C.M.V.C.; CORREA, F.L.O. Sistemas agroflorestais na recuperação de áreas degradadas em regiões tropicais úmidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3, Manaus, 2000. **Sistemas Agroflorestais:manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural**; resumos. Manaus:SBAF/CPAA/EMBRAPA, 2000. 388p

SCHROTH,G.; LEHMANN,J.; RODRIGUES,M.R.L.; BARROS,E. MACEDO,J.L.V. Plant-soil interactions in multistrata agroforestry in the humid tropics.(2001). *Agroforestry System*. 53:85-102.

SCHROTH,G. & DÁNGELO, S.A . Exotic timber tree species..In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3, Manaus, 2000. **Sistemas Agroflorestais:manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural**; resumos. Manaus:SBAF/CPAA/EMBRAPA, 2000. 192p

- SILVA, J. N. M. A. experiência do manejo sob rendimento sustentado em florestas tropicais úmidas In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. e CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., Curitiba-PR, 1993, Anais (Conferências, painéis, trabalhos de posição e convidados). Curitiba, SBS/SBEF, 1993. 202. V3.
- SILVA, J. N. M.A experiência do manejo sob rendimento sustentado em florestas tropicais úmidas In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. e CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., Curitiba-PR, 1993, Anais (Conferências, painéis, trabalhos de posição e convidados). Curitiba, SBS/SBEF, 1993. 202. V3.
- SKOLE, D. and C. TUCKER. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon satellite data from 1978 to 1988. *Science* 260:1905-1910.
- SKOLE, D. and TUCKER, C. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: Satellite data from 1978 to 1988. *Science* 260: 1905-1910.
- SMITH, N. J. H.; FALESI, I. C.; ALVIM, P. de T.; SERRÃO, E. A. S. Agroforestry trajectories among smallholders in the Brazilian Amazon: Innovation and relisency in pioneer and older settled areas. *Ecological Economics* 18: 15-27. 1996.
- SNOOK, L.K. 1992. Logging and mahogany in the forests of Quintana Roo, Mexico: Why silvicultural management is necessary to sustain *Swietenia macrophylla*. In Hartshorn, G., ed., *Mahogany Workshop: Review and Implications of CITES, February 3-4, 1992*. Tropical Forest Foundation, Washington, D.C.

- SNOOK, L.K. 1993. *Stand Dynamics of Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and Associated Species After Fire and Hurricane in the Tropical Forests of the Yucatan Peninsula, Mexico*. Doctoral dissertation, May 1993, Yale University, New Haven, Conn., USA.
- SOLOMON, J.C. 1989. Bolivia. Pp. 455-463 in Campbell, D.G. and Hammond, H.D., eds., *Floristic Inventory of Tropical Countries: The Status of Plant Systematics, Collections, and Vegetation, plus Recommendations for the Future*. New York Botanical Garden, Bronx.
- SOUSA, S.G.A. 1995. Dinâmica de plantas invasoras em sistemas agroflorestais implantados em pastagens degradadas na Amazônia Central. (região de Manaus - AM). Piracicaba - SP (Mestrado - ESALQ/USP). 105p.
- SOUSA, S.G.A.; WANDELLI, E., PERIN, R.; FERNANDES, E.C.M.; MATOS, J.C.S.; BONFIM, I.; KOKAY, M.; SILVA, R.S.; Aspectos agronômicos, silviculturais e econômicos de sistemas agroflorestais implantados em áreas de pastagens degradadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3, Manaus, 2000. **Sistemas Agroflorestais: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural**; resumos. Manaus: SBAF/CPAA/EMBRAPA, 2000. 331p
- STEWART, R., CLAURE, H. and GIBSON, D. 1993. Final Draft. The Effects of Trade and Concession Policies in Bolivia's Forest Sector: A Methodological Framework for Analysis. Funding by USAID, Bureau for Latin America and the Caribbean (LAC/DR/RD).

- STYGER, E., RAKOTOARIMANANA, J. E. M., RABEVOHITRA, R.,
FERNANDES, E.C.M. 1999. Indigenous fruit trees of Madagascar: potential components of agroforestry system to improve human nutrition and restore biological diversity. **Agroforestry System** 46: 289-310.
- STEPPLER, H.A.; NAIR, P.K.R., 1987. (editors) Agroforestry: a decade of development. ICRAF, Nairobi, 355pp.
- UHL, C. and I. C. G. VIEIRA. 1989. Ecological impacts of selected logging in the Brazilian Amazon: a case study from the Paragominas Region of the State of Para. **Biotropica** 21:98-106.
- VAN GENUTCHEN, M. ; NIELSEN, D.R.1985. On describing and predicting the hydraulic properties of insaturated soils. **Annals of geophysic.** 3: 16-28.
- VERISSIMO A.; BARRETO, P.; TARIFA, R. E UHL, C. Extraction of high-value natural resource in Amazonia: the case of mahogany **Forest Ecology and Management** 72: 39 - 60, 1995.
- VIANA, V. M. ; DUBOIS ; J. C. L. ANDERSON, A. B. Manual agroforestal para a Amazônia. 1 ed. Rio de Janeiro, REBRAAF, 1996. 228p.
- WHITMORE, J.L. 1983. *Swietenia macrophylla* and *S. humilis* (caoba, mahogany). Pp. 331-333 in Janzen, D.H., ed., *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago.
- WHITMORE, J.L. 1992. An introduction to *Swietenia*, with emphasis on silvics and silviculture. In Hartshorn, G., ed., Mahogany Workshop: Review and Implications of CITES, *February 3-4, 1992*. Tropical Forest Foundation, Washington, D.C.

- WHITMORE, J.L., ed. 1976a. *Studies on the Shoot Borer Hypsipyla grandella* (Zeller) Lep. Pyralidae, Vol. II. IICA Misc. Publications No. 101, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 139 pp., illustr.
- WHITMORE, J.L., ed. 1976b. *Studies on the Shoot Borer Hypsipyla grandella* (Zeller) Lep. Pyralidae, Vol. III. IICA Miscellaneous Publications No. 101, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 116 pp., illustr.
- YARED, J.G. & CARPANEZZI, A.A. 1981. Conversão de capoeira alta da Amazônia em povoamento de produção de madeira: o método do recru e espécies promissoras. EMBRAPA/CPATU. Boletim de Pesquisa n^o 25, 27 pp.