

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

Plantios florestais na Amazônia Central: biometria, ciclagem  
bioquímica e alterações edáficas

**MURILO REZENDE MACHADO**

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM para obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Ciências de Florestas Tropicais.

MANAUS-AM  
ABRIL  
2008

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

Plantios florestais na Amazônia Central: biometria, ciclagem  
bioquímica e alterações edáficas

**Orientador: Dr. Paulo de Tarso Barbosa Sampaio**

**Co-Orientador: Dr. João Ferraz**

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM para obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Ciências de Florestas Tropicais.

MANAUS-AM  
ABRIL  
2008

M149

Machado, Murilo Rezende

Plantios florestais na Amazônia Central: biometria, ciclagem bioquímica e alterações edáficas / Murilo Rezende Machado.--- Manaus : [s.n.], 2008. viii, 54 f. : il. color.; mapas

Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2008

Orientador : Paulo de Tarso Barbosa Sampaio

Co-orientador : João Ferraz

Área de concentração : Ciências de Florestas Tropicais

1. Plantio – Espécies florestais – Amazônia. 2. Solos florestais. 3. Nutrição florestal . 4. *Acacia mangium*. 5. *Swietenia macrophylla*. 6. *Parkia decussata*. 7. *Dipteryx odorata*. 8. *Jacaranda copaia*. I. Título.

CDD 19. ed. 634.95

**Sinopse:**

Estudou - se o comportamento silvicultural, as formas como os macronutrientes se redistribuem internamente nas folhas e qual influência da cobertura do solo nos teores de nutrientes, em área plantada homogeneamente com cinco espécies florestais (*Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Parkia decussata* *Dipteryx odorata*, *Jacaranda copaia* ) no município de Itacoatiara – AM.

**Palavra chave:** plantios florestais, solos, nutrição florestal, *Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Parkia decussata* *Dipteryx odorata*, *Jacaranda copaia*

**Aos meus pais, Marcos e Josélia,  
e a todos amazônidas,  
dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A coordenação de Silvicultura Tropical do Inpa por ter possibilitado a complementação dos meus estudos;

A CAPES pela bolsa de mestrado concedida;

Ao Programa BECA - IEB/Fundação Moore pelo apoio financeiro, muito importante para o andamento do projeto;

A empresa AMAGGI Exportação por ter cedido a área para o estudo e pelo apoio logístico fundamentais para a realização do estudo;

Aos meus pais Marcos Antonio de Castro Machado e Josélia Rezende Machado, que com muito esforço e amor me deram as condições essenciais para o meu desenvolvimento. Os meus irmãos Marcos e Lívia pelo apoio, amizade e a intensa troca de experiência. Obrigado por tudo, vocês têm contribuído muito para as minhas realizações.

Ao meu orientador e grande amigo Paulo de Tarso Barbosa Sampaio, que sempre me deu as condições e apoio necessário para a boa condução do trabalho. Como foi fácil trabalhar com você!

Ao meu co-orientador João Ferraz;

Os professores Silvio Nolasco de Oliveira Neto, Paulo Sérgio dos Santos Leles, Marcos Gervasio Pereira e os pesquisadores Jorge Alberto Gazel Yarede Roberval Monteiro Bezerra de Lima, pelas importantes considerações que muito enriqueceram esta dissertação.

Aos professores Gil Vieira e Joaquim dos Santos pela amizade e pelo bom “bate-papo”.

As amigas de turma, Fabiana, Heloisa, Lisandra, Sheron, Patrícia (Japa) e Raquel, e o camarada Everton, obrigado pelos momentos de alegria e de intensa troca de experiência.

Ao amigo de longa data, Geângelo que desde os tempos da graduação na UFRuralRJ, obrigado pela amizade sincera.

Aos amigos da republica do Coroadão: Shanna, Henrique, Janda, Maique, Tati, Mário, Natacha, Mônica, Geângelo, Marcos Bento e Juvenal, sempre dispostos a amenizar o calor manaura tomando umas cervejas. Valeu pelo apoio galera!

Aos amigos Ralph, Daniella e Daniel, obrigado pela força nos meus primeiros dias em Manaus;

Aos amigos ruralinos de Manaus, Geraldo e Ricardo, e aos amigos Heleno, Welma, Bell, Diogo, Leduc e Jorginho. Vocês deixaram Manaus mais divertida.

Aos funcionários do Grupo AMAGGI Alexandre Silva e Silvia pela disposição e contribuição para andamento das atividades de campo;

Aos funcionários da JCOUTO Serviços Florestais, Zé Cláudio, Seliany, Gové, Pal, Raimundo, Cristiano, Eduardo e João Couto, pela amizade e imprescindível ajuda nas atividades campo.

Aos motoristas Jesus, João Coelho, Raimundo e Aroldo, pelas idas e vindas do campo, sempre bem conduzidas pelas rodovias do Amazonas.

E aos funcionários da Estação Experimental de Silvicultura Tropical, meus amigos: Basílio, Caçamba, Feijão, Maciel, Sabbá, Cunha, Sebastião, Braz. Obrigado pelos meses de convívio e ensinamentos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Mapa da localização do município de Itacoatiara-AM.....	12
Figura 2:	Fotos das áreas de plantio.....	14
Figura 3:	Foto da abertura de cova utilizando a boca de lobo.....	15
Figura 4:	Foto da cubagem da árvore de <i>Acacia mangium</i> em pé.....	16
Figura 5:	Foto das áreas de pastagem (a) e da floresta nativa (b).....	18
Figura 6:	Foto da coleta de solo.....	18
Figura 7:	Coletor de folhas decíduas.....	19
Figura 8:	Foto de folhas recém caídas (a) e de folhas maduras (b) do cumaru.....	20
Figura 9:	Distribuição diamétrica de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM.....	24
Figura 10:	Valores percentuais de forma do fuste, sanidade, forma da copa e estado nutricional de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM.....	26
Figura 11:	Detalhes da folha normal e deficiência de potássio nas folhas de mogno.....	33
Figura 12:	Foto do superbrotamento do mogno em consequência do ataque da <i>Hypsipyla grandella</i> .....	34
Figura 13:	Acúmulo de serapilheira sobre o solo em plantio de <i>Acácia mangium</i> .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Informações sobre espécies, grupo ecológico, espaçamento e área plantada por espécie do plantio na fazenda Nova Vida, Itacoatiara-AM.....	22
Tabela 2:	Percentual de sobrevivência, bifurcação e número de fustes de árvores de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM.....	30
Tabela 3:	Diâmetro médio a 1,30 m, altura total e área de copa de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM.....	32
Tabela 4:	Incremento médio anual do DAP e Ht, e o incremento corrente anual do DAP e Ht de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM.	33
Tabela 5:	Fator de forma (ff), volume (vol), incremento média anual do volume (IMA Vol) e incremento corrente anual do volume (ICA Vol) de quatro espécies nativas e uma exótica, aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM.....	37
Tabela 6:	Modelos de crescimento volumétrico em função do tempo e seu parâmetro estatístico, de quatro espécies nativas e uma exótica, aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM.....	39
Tabela 7:	Concentração dos nutrientes contidos nas folhas não-decíduas e folhas decíduas bem como a estimativa da taxa de redistribuição de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM.....	41
Tabela 8:	Características físicas do solo sob plantio de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente e de áreas de floresta nativa e pastagem no município de Itacoatiara - AM.....	46
Tabela 9:	Valores médios de pH em água, alumínio, acidez potencial, percentual de saturação por alumínio, capacidade de troca de cátions potencial do solo, capacidade efetiva de troca de cátions do solo, carbono orgânico, matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, soma de bases e porcentagem de saturação por bases, no solo sob diferentes usos (plantios florestal, floresta nativa e pastagem) em três profundidades (0-5 cm, 5-10 cm e 10-30 cm), no município de Itacoatiara-AM.....	58



## SUMÁRIO

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	3
2.1 Objetivo geral.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. Revisão de literatura.....	4
3.1 A importância das florestas na economia brasileira.....	4
3.2 Plantios florestais na Bacia Amazônica.....	4
3.3. Reposição florestal.....	5
3.4. Seleção de espécies para implantação de plantios homogêneos na Amazônia Central.....	6
3.5. Nutrição florestal.....	8
3.6. Os plantios e as propriedades dos solos.....	10
4. Material e métodos .....	12
4.1. Localização da área de estudo.....	12
4.2. Produção das mudas e plantio.....	13
4.3. Avaliações biométricas.....	15
4.4. Características físicas e químicas do solo.....	17
4.5. Nutrientes foliar.....	19
5. Resultados e discussão.....	21
5.1. Avaliação do crescimento.....	21
5.1.1. Sobrevivência.....	21
5.1.2. Crescimento diamétrico e incremento.....	22
5.1.3. Crescimento em altura e incremento.....	25
5.1.4. Área de copa.....	27
5.1.5. Volumetria.....	28
5.2. Ciclagem bioquímica.....	29
5.3. Alterações edáficas.....	36
5.3.1. Atributos físicos.....	36
5.3.2. Atributos químicos.....	37
6. Conclusão.....	45
7. Referências bibliográficas.....	48

## RESUMO

A exploração madeireira é um dos pilares econômicos da região norte do país, no entanto essa exploração vem sendo praticada de modo inadequado, predatório, na sua maioria desconsiderando critérios técnicos, abdicando o planejamento do abastecimento da indústria madeireira a longo prazo. Os plantios florestais que através de um planejamento mais simplificado, se enquadram na proposta do uso racional da região, baseado em critérios de sustentabilidade e proteção das florestas nativas. Logo, esse estudo teve como objetivo avaliar as taxas de crescimento, o uso dos nutrientes pelas plantas e a melhoria das propriedades químicas do solo de cinco espécies florestais (*Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Parkia decussata*, *Dipteryx odorata*, *Jacaranda copaia*) plantadas homoganeamente a pleno sol em áreas alteradas pela pecuária na Amazônia Central, aos quatro anos de idade. Para esse estudo foram demarcadas três parcelas com 96 árvores onde somente as 32 árvores centrais foram mensuradas. Foram tomados o DAP (1,30 m), a altura total, a área de copa (m<sup>2</sup>) e determinada a taxa de sobrevivência, percentual de bifurcação, sanidade, estado nutricional e forma da copa. Também foi determinado o fator de forma para cada espécie através da cubagem em pé de três indivíduos por parcela usando o método de Smalian, e estimado o volume por hectare. Nas parcelas também foram coletadas folhas maduras de três indivíduos por parcela e por espécies e também as folhas recém caídas para estimar o percentual de redistribuição dos nutrientes. Para estudo dos solos foi coletada uma amostra composta por parcela em três profundidade para todas espécies e também em áreas de floresta nativa e pastagem. As espécies nativas com exceção da *Jacaranda copaia* apresentaram elevada taxa de sobrevivência e todas apresentaram boa produção volumétrica, com características apropriadas para a produção de madeira para serraria, menos a *Swietenia macrophylla* que sofreu com ataque de pragas. A *Acacia mangium* apresentou produção volumétrica acima da média da região, sendo indicada para a produção de lenha. Os nutrientes melhores redistribuídos foram K, P e N e as espécies florestais, principalmente as nativas promoveram melhoras nas propriedades químicas do solo.

**Palavra chave:** plantios florestais, solos, nutrição florestal, *Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Parkia decussata*, *Dipteryx odorata*, *Jacaranda copaia*

## ABSTRACT

The timber harvest is one of the economic pillars of the north region of Brazil, however this harvest has been practiced in an inadequate way, predatory, at the most time disrespecting technical criteria, abdicating the timber industry supply at a long time. There are the forest plantings, that beyond a more simple planning adequate itself in the propose of a rational use of the region, based on the native forest sustainability and protection criteria. So, this study has objectified to evaluate the growing averages, the internal use of nutrient and the physical and chemical properties of five forest species (*Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Parkia decussata*, *Dipteryx odorata*, *Jacaranda copaia*) soil planted uniformly in bright daylight in changed areas by the Grazing in the Central Amazon at four years old. It was determined too, the form factor for each species beyond the scaling of three standing individuals per parcel, using the Smalian method, and estimating the volume for hectare. In the Parcels, was collected too mature leaves of three individuals per parcel and per species and was even collected too, just felled leaves to estimate the percentage of nutrients redistribution. In the soil study was collected a sample composed by parcels in three depths for all the species and also in native forest and pasture area. The native species, in exception of *Jacaranda copaia* obtained high surviving taxes. All the native species presented a good volumetric production with appropriate characteristics to the production of timber to sawmill, except the *Swietenia macrophylla* that suffered plague attack. The *Acacia mangium* had a volumetric production above the region standard, being indicated to the firewood production. The most redistributed elements were P, N, K and the forest species, mainly the natives achieved to improve the soil chemistry properties.

**Keyword:** forest plantations, soils, nutrition forestry, *Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Parkia decussata*, *Dipteryx odorata*, *Jacaranda copaia*

## 1. INTRODUÇÃO

Com uma área de seis milhões de km<sup>2</sup> (≈60% de todo território nacional), a Amazônia Legal brasileira é conhecida mundialmente pela riqueza da sua flora, fauna e humana. Uma das principais preocupações mundial está relacionada com a rápida diminuição da cobertura florestal da região, que conta hoje com cerca de 15% do total desmatado. Boa parte dessas áreas poderia ser utilizada para reflorestamentos, gerando benefícios ecológicos (controle da erosão, seqüestro de carbono, etc) e aumentando a oferta de madeira legalizada, diminuindo dessa forma a pressão sobre as florestas naturais remanescentes.

Um dos principais incentivadores do desmatamento na Região Norte é a indústria madeireira, que retira as madeiras de interesse comercial antes da queimada, para a formação de pastagem e/ou cultivo de soja, principalmente.

O setor madeireiro possui grande importância na economia dos estados da região norte, principalmente nos estados do Pará, Amapá e Rondônia. Nesses estados, grandes áreas desmatadas estão sendo reflorestadas com espécies florestais nativas e exóticas, fato que contribuirá para o aumento da oferta de madeiras no mercado.

O aumento na demanda mundial por produtos de base florestal associado ao declínio na oferta de madeira por parte dos países asiáticos, principais fornecedores mundiais de madeira dura, vem contribuído para o cenário favorável para o crescimento da participação brasileira no comércio mundial de produtos de base florestal com aumento de venda para outros países.

Com reconhecidas vantagens edafoclimáticas, o Brasil também tem se destacado no mercado de madeira de reflorestamento. A atividade de reflorestamento na Região Norte está associada também ao maior rigor das fiscalizações dos órgãos ambientais.

No entanto, ainda faltam informações sobre a silvicultura de muitas espécies plantadas na região, inclusive para as espécies exóticas, mas, principalmente para as espécies nativas. Isso se deve ao fato de por muito tempo as informações geradas sobre plantios florestais são oriundas das instituições de pesquisa e ensino, havendo ainda pouca participação de empresas privadas em pesquisas florestais.

Logo, a proposta de plantios com espécies nativas de valor econômico na região Norte do país, pode contribuir para diminuir a pressão de exploração das populações naturais de determinadas espécies, especialmente as que estão sob risco de extinção. Todavia, questões silviculturais como: forma do fuste, crescimento, resistência a pragas,

requerimentos nutricionais, edáficos e outros, são fundamentais escolha da espécie ideal.

Nesse contexto, umas das formas para aumentar o volume de informações sobre a silvicultura de espécies florestais plantadas na região, são as parcerias público privada (PPPs). Neste contexto Estado e o setor privado atuam juntos em prol do desenvolvimento regional. Uma dessas parcerias existe entre o grupo empresarial AMAGGI S.A. que possui plantios para fins de reposição florestal no estado do Amazonas e o Inpa, atuando juntos na geração de informações sobre o comportamento silvicultural das espécies *Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Parkia decussata*, *Dipteryx odorata* e *Jacaranda copaia*, plantadas homoganeamente em áreas alteradas pela pecuária.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

- Gerar informações sobre sobrevivência, crescimento, relações nutricionais e edáficas de quatro espécies nativas e uma exótica, plantadas homogeneamente, em áreas alteradas por pastagem, no município de Itacoatiara-AM.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Avaliar a sobrevivência, crescimento, qualidade do fuste, estado nutricional e sanidade de plantios homogêneos de *Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Parkia decussata*, *Dipteryx odorata* e *Jacaranda copaia*.
- Avaliar a ciclagem bioquímica das espécies: *Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Parkia decussata*, *Dipteryx odorata*, *Jacaranda copaia*.
- Verificar os teores de nutrientes no solo nas áreas dos plantios em comparação com áreas de pastagem e floresta nativa

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 A importância das florestas na economia brasileira**

O setor florestal tem grande importância na economia nacional com 3,5 % do PIB nacional, perfazendo um total US\$ 27,8 bilhões, com destaque de três setores: celulose e papel (US\$ 8,9 bilhões), siderurgia a carvão vegetal (US\$ 4,2 bilhões) e madeira e móveis (US\$ 11,9 bilhões) (SBS, 2006). Com relação à exportação, o setor tem participação com 8,4 % do valor total, contribuindo com 9,9 bilhões de dólares por ano (SBS, 2006). Quanto à geração de empregos, é responsável por 9% da população economicamente ativa (6,5 milhões de pessoas). Além de atuar na conservação e preservação dos recursos naturais (Ladeira, 2002).

As estimativas sobre o consumo interno de madeira no Brasil revelam o caráter predominantemente imediatista da exploração florestal: 300 milhões de m<sup>3</sup> de madeira são consumidos anualmente no país, dos quais 110 milhões provêm de florestas plantadas e 190 milhões de florestas nativas (Ladeira, 2002; SBS, 2006). Isso significa que o Brasil consome quase duas vezes mais madeira de florestas nativas do que de florestas plantadas. Na verdade, essa proporção pode ser maior, dado o desconhecido, mas elevado índice de ilegalidade na extração da madeira proveniente da Amazônia, sobre o qual se tem pouco conhecimento e controle (Gonçalves, 2005).

A necessidade de racionalizar os custos de exploração das espécies com grande demanda pela indústria madeireira e ao mesmo implementar a reposição florestal exigida pela Lei Federal nº 4.771 de 1965, demonstra o cenário favorável para a implantação de povoamentos florestais, possibilitando o abastecimento contínuo e programando de matéria prima para as empresas do setor florestal (Bacha & Barros, 2004).

#### **3.2. Plantios florestais na Bacia Amazônica**

Na Bacia Amazônica a silvicultura de plantios teve o seu início em escala experimental no ano de 1958, através do convênio entre a extinta Superintendência do Plano de Valorização Econômica (SPEVEA) e a Food and Agriculture Organization (FAO), que na estação experimental de Curuá-Uná, Pará realizaram diversos experimentos voltados a silvicultura de plantios (Pitt, 1969).

Desde então, vários experimentos vem sendo desenvolvidos usando diferentes espécies, em distintas formas e sistemas de plantio, para diversos fins (Volpato *et al.*,

1973; Mota, 1997; Tonini *et al.*, 2006; Tanaka & Vieira, 2006). Os plantios na região são destinados geralmente para o abastecimento da indústria e comércio, sendo utilizado principalmente espécies exóticas de rápido crescimento, onde algumas (ex: *Eucalyptus* sp.) tem demonstrado alta produtividade e com extensas áreas de plantio (Bracelpa, 2005).

Sistemas de plantios a pleno sol são os mais utilizados para as espécies heliófitas. Os plantios de enriquecimento vêm sendo testado em escala experimental com espécies nativas tolerantes a sombra (Tanaka & Vieira, 2006). Plantios agroflorestais que utilizam o cultivo de espécies agrícolas em consórcio com espécies florestais vêm sendo utilizado com sucesso na Amazônia (Lamprecht, 1990; Van Leeuwen, 2004).

Plantios de recuperação de áreas degradadas também vêm sendo testados na região Norte, principalmente na recuperação de áreas de exploração mineral, utilizando espécies heliófitas e rústicas na maioria das vezes leguminosas com reconhecida capacidade de realização fixação biológica de nitrogênio (Franco *et al.*, 1992 ; Molinaro, 2005).

### **2.3. Reposição florestal**

Instituída pela Lei Federal nº 4.771 de 1965 do Código Floresta Brasileiro, a reposição florestal é um conjunto de ações desenvolvidas que visa estabelecer a continuidade do abastecimento de matéria prima florestal aos diversos segmentos consumidores, através da obrigatoriedade de plantio de reposição das espécies florestais exploradas. É a ação de repor o volume de matéria-prima florestal consumida.

O Plano de Suprimento Sustentável (PSS) é um programa no qual a pessoa física ou jurídica que necessite de matéria-prima florestal, tal como siderúrgica fábrica de celulose, cerâmica, cimenteira, indústria processadora de madeiras (serraria, fábrica de laminados, compensados, aglomerados) e outras, cujo consumo anual seja igual ou superior a 50.000 m<sup>3</sup> de toras, 100.000 st/ano (doze mil estéreos por ano) ou 50.000 mdc/ano (quatro mil metros de carvão vegetal por ano) fica obrigada a manter ou formar, diretamente ou em participação com terceiros, florestas destinadas à sustentabilidade da atividade desenvolvida, inclusive em suas futuras expansões. Para o estabelecimento de plantações florestais para garantir o abastecimento contínuo da indústria, sendo que as espécies utilizadas devem ser preferencialmente, as espécies florestais nativas.



## 2.4. Seleção de espécies para implantação de plantios homogêneos na Amazônia

### Central

A escolha adequada de espécies florestais para plantios é o primeiro passo para o sucesso do empreendimento florestal. A escolha deve ser feita baseado no produto final que se pretende obter, ou seja, madeira para lenha, serraria, celulose, laminação, recuperação do solo, entre outros (Paiva & Vital, 2005).

Apesar dos tratos culturais (adubação e capinas) e silviculturais (desrama e desbaste) serem práticas rotineiras nas empresas do setor florestal, a escolha de espécies que minimizem a necessidade dos mesmos, pode representar uma grande economia para as empresas, aumentando a rentabilidade dos plantios.

Espécies com capacidade de melhorar as propriedades químicas e físicas dos solos como é o caso de algumas espécies da família Leguminosae que realizam fixação biológica de nitrogênio e fazem associação com fungos micorrízicos devem ser preferidas, devido a sua capacidade de crescer em solos pobres em nutrientes (Paiva & Vital, 2005). Outras características como adaptação condições edáficas e climáticas da região devem ser consideradas para aumentar a probabilidade do sucesso dos plantios (Paula *et al.*, 2002).

Neste estudo, foram selecionadas as seguintes espécie florestais para comporem plantios em áreas alteradas pela pecuária:

✓ **Acácia:** Pertencente ao gênero *Acacia* e localizada originalmente na Oceania, a espécie *Acacia mangium*, vem sendo amplamente plantada no mundo, principalmente para a produção de papel, carvão e móveis. A densidade da madeira de *A. mangium* varia entre 420 e 600 kg.m<sup>3</sup> e o peso específico médio é de 0,65 (Mackey, 1996). Devido à facilidade de manuseio, é também muito utilizada na fabricação de painéis de madeira, construções em geral e utensílios para agricultura. A madeira pode ser serrada, polida e plainada facilmente, aceitando pregos sem apresentar rachaduras, porém é suscetível ao apodrecimento (Silva *et al.*, 1996).

O maior potencial da *Acacia mangium* é na produção de energia (Mackey, 1996). O autor relata valores de poder calorífico que variam de 20.000 a 20.500 kJ/kg, o que equivale a 4.800 - 4.900 kcal.kg. Esses valores tornam a *Acacia mangium* adequada para a produção de energia, sendo quatro vezes mais eficiente que o uso de madeira de

espécies nativas, como é tradicionalmente empregado em olarias e fornos no Amazonas (Azevedo *et al.*, 2002).

✓ **Mogno:** A espécie *Swietenia macrophylla* (mogno) pertencente à família das Meliáceas. Tem em sua madeira alto valor comercial, devido às suas características físicas e anatômicas, sendo uma das principais fontes de madeira para exportação nos trópicos da América Latina (Saa, 1999).

Sua madeira é extremamente apreciada no fabrico de móveis, construção civil e acabamentos internos. O mogno apresenta as seguintes propriedades físicas: massa específica básica (peso seco em estufa/volume verde) de 0,45 kg.cm<sup>3</sup>, contração tangencial de 4,1 %, contração radial de 3,0 % e contração volumétrica de 7,8 % (Melo *et al.*, 1989).

Apesar de haver uma área de dispersão muito grande (com cerca de 150 milhões de hectares), a exploração seletiva pode estar influenciando a integridade genética das populações. Existe uma clara tendência para a diminuição do número de árvores de mogno, especialmente de dimensões comerciais (Saa, 1999).

Embora estudos sobre silvicultura do mogno venham sendo conduzidos, não há ainda tecnologia para a implantação e condução de plantios homogêneos. Ataques freqüentes da lagarta de uma Lepidoptera (*Hypsiphyla grandella* Zeller) tem sido a barreira crítica para o sucesso do estabelecimento da espécie em plantios comerciais (Vergara, 1997). A larva da Lepidóptera alimenta-se da gema apical, destruindo-a. Sua ação produz deformação e bifurcação do tronco, atrasando consideravelmente o crescimento da planta afetada, chegando ocasionalmente, caso o ataque seja intenso, a causar sua morte (Vergara, 1997).

✓ **Fava-arara-tucupi:** Essa espécie (*Parkia decussata*) pertencente à família das leguminosas é uma espécie encontrada freqüentemente em matas primárias da Amazônia Central, em solos predominantemente argilosos (Loureiro *et al.*, 1979). Quando adultas, as árvores apresentam grande porte com o fuste cilíndrico e copas amplas.

Sua madeira é pesada (0,75 - 0,80 g.cm<sup>-3</sup>), porém facilmente trabalhada, sendo utilizada na carpintaria, taboados e caixotaria (Loureiro *et al.*, 1979). Apesar de ser uma espécie da família Leguminosae, não possui capacidade de fixação biológica de nitrogênio atmosférico (Souza *et al.*, 1994).

✓ **Cumaru:** Espécie da família Leguminosae (*Dipteryx odorata*) é popularmente conhecida por possuir uma das madeiras mais dura e resistente da Amazônia (Loureiro *et al.*, 1979), com densidade de 0,95 a 1,00 g.cm<sup>-3</sup>, sendo empregada na construção de carrocerias, esteios, dormentes e na carpintaria. Dentre os seus usos, destaca-se também a produção de frutos que são aromáticos, cujo óleo é utilizado na perfumaria e nas indústrias tabaqueiras.

É encontrada com frequência nas florestas primárias de terra firme e nas várzeas altas no estado do Amazonas. Nas matas virgens podem ser encontrados indivíduos com mais de 30 metros de altura. Em plantios, a espécie apresentou uma maior taxa de sobrevivência e maior crescimento a pleno sol, quando comparado a plantios de enriquecimento (Loureiro *et al.*, 1979).

✓ **Caroba:** Pertencente à família Bignoniaceae, a espécie *Jacaranda copaia* possui rápido crescimento podendo atingir de 20 - 30 metros de altura e incremento volumétrico anual próximo a 35m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Possui madeira muito leve (0,38 - 0,40 g.cm<sup>-3</sup>) fácil de ser trabalhada sendo utilizada na carpintaria, caixotaria e adequada para a produção de polpa celulósica (SBS, 2006).

Por ser uma espécie heliófita com grande capacidade de colonizar áreas abertas com predominância de solos pobres em nutrientes e por possuir uma excelente taxa de regeneração natural, essa espécie vem sendo estudada por alguns pesquisadores (Sampaio *et al.*, 1989; Barbosa *et al.*, 2003).

## 2.5. Nutrição florestal

A nutrição de plantas consiste em atender a demanda de nutrientes pelas plantas, por meio de práticas culturais, como a adubação (Novais *et al.*, 1990).

Uma adubação bem feita garante um crescimento uniforme das florestas, o cumprimento das metas de produtividade, redução dos custos operacionais e racionalização do uso de fertilizantes (Bellote & Silva, 2000).

Sendo o monitoramento nutricional uma ferramenta de grande auxílio nas tomadas de decisões no setor florestal, pois permite avaliar o estado nutricional, de modo qualitativo e quantitativo; diagnosticar possíveis desequilíbrios nutricionais nas florestas; recomendar corretamente os fertilizantes a serem utilizados e as áreas a serem adubadas (Bellote & Silva, 2000).

Devido a sua importância, o monitoramento nutricional é uma prática rotineira nas grandes empresas florestais. Mesmo possuindo grande volume de informações sobre os requerimentos nutricionais das espécies cultivadas (Ex: *Pinus* spp., *Eucalyptus* spp. e *Acacia* spp.), as espécies apresentam necessidades diferenciadas de nutrientes em função da idade e do sítio onde estão plantadas. O monitoramento contribui para ajustar futuras adubações evitando assim o consumo de luxo ou deficiência nutricional de certos elementos (Caldeira, 1998).

Além dessas informações fornecidas através do acompanhamento nutricional, pode se ainda aprofundar em estudos na área de ciclagem de nutrientes que são de grande importância para a região Norte, pois a maioria dos solos da região Amazônica são de baixa fertilidade, o que aumenta a importância da ciclagem bioquímica de nutrientes (Magalhães & Blum, 1999). A ciclagem bioquímica consiste na reutilização interna dos nutrientes (Caldeira, 1998).

Uma das principais formas de se avaliar a ciclagem bioquímica é através da comparação entre teores de nutrientes encontrados nas folhas maduras e nas folhas senescentes (recém caídas) (Vettorazzo *et al.*, 1993; Caldeira, 1998).

Os teores de nutrientes nas folhas dependem de vários fatores, entre a idade da árvore e das folhas, pragas e enfermidades, posição na copa, estação do ano, qualidade de sítio, procedência, variação conforme o elemento, características nutricionais de cada espécie e disponibilidade de nutrientes no solo (Caldeira, 1998; Magalhães & Blum, 1999). Além desses fatores, outras possíveis fontes de variação no teor de nutrientes podem ser o tamanho das árvores (Green, 2004) e estágio sucessional da floresta (Pezzatto & Wisniewski, 2006).

Dos fatores citados acima, que influenciam o teor de nutrientes nas folhas das árvores, dois merecem destaques: a idade das folhas e a espécie. A idade das folhas pode afetar a distribuição dos nutrientes em função da redistribuição de determinados nutrientes móveis para outros órgãos como folhas novas, órgãos de reserva, frutos e regiões de crescimento antes da abscisão. As espécies perenifólias tendem a ter maiores concentrações de nutrientes nas folhas do que as espécies caducifólias, devido ao maior tempo de “vida” das folhas (Larcher, 2000).

A idade das folhas possui grande importância em estudos de ciclagem bioquímica de nutrientes, que avaliam a redistribuição de nutrientes dos tecidos velhos para tecidos novos da planta. Esse ciclo é importante para a manutenção dos nutrientes de maior mobilidade no interior da planta, como é o caso do N, P, K e Mg, porém sendo de

menor importância para Ca, S e micronutrientes poucos móveis ou imóveis (Reis & Barros, 1990; Malavolta, 2006). Essa é uma maneira pela qual a planta conserva parte dos nutrientes absorvidos (Larcher, 2000) permitindo entre 60 a 85 % dos nutrientes pode ser conservado desta maneira, com exceção do B e do Ca por serem imóveis na plantas (Malavolta, 2006).

Comparações quantitativas entre nutrientes retidos na copa e aqueles contidos nas folhas ou galhos decíduos podem dar uma idéia sobre as estratégias predominantes de ciclagem em diferentes espécies florestais. Esses processos são extremamente importantes para compreender as formas de conservação de nutrientes e a adaptação das espécies em solos de baixa fertilidade (Magalhães & Blum, 1999; Reis & Barros, 1990).

## **2.6. Os plantios e as propriedades dos solos**

A maioria dos solos da região Amazônica apresenta limitações de fertilidade devido a elevada acidez, baixa capacidade de troca de cátions, deficiência de N, P, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Zn e também a alta capacidade desses solos para fixar o P aplicado como fertilizante (Sanchez & Cochrane, 1980). Associado a estas características, destaca-se a forte influência das características climáticas da região com chuvas torrenciais e altas temperaturas e umidade, que acelera o processo de lixiviação e intemperismo.

Na região os Latossolos são a ordem do solo predominante, derivados de sedimentos mais antigos, pobres e melhor drenados, apresentando baixa fertilidade natural, baixo teor de silte e menor diversidade mineralógica (Lima, 2001).

A pobreza de nutrientes desses solos é tão grande, que Sioli (1985), em seu estudo, escreve que *“as floresta amazônicas vivem apenas sobre o solo, mas não do solo”*.

Essa afirmação se baseia na baixa dependência dos nutrientes “estocados” no solo, mas sim na grande dependência da ciclagem biogeoquímica, que através do aporte de nutrientes via atmosfera e, principalmente, via serapilheira, que a floresta promove mantendo a sua exuberância.

Além da melhoria das propriedades químicas do solo, a matéria orgânica produzida pelas árvores ajuda a melhorar a agregação do solo, a capacidade de troca catiônica (CTC), o aumento da taxa de infiltração da água e a manutenção da umidade do solo (Silva & Sá Mendonça, 2007). Baseado nessas informações, muitos plantios em áreas degradadas vêm sendo realizados com espécies que apresentam alta produção de

serapilheira, justamente para efetuar essas melhorias do solo e diminuir os custos com adubos (Machado *et al.*, 2008).

Estudo realizado no sul da Bahia demonstrou que as espécies florestais possuem capacidade diferenciada de melhorar as características químicas do solo, e que quando plantadas juntas (plantio misto) são mais eficiente em melhorar as propriedades químicas do solo, do que plantadas homogeneamente (plantios puros) (Gama-Rodrigues *et al.*, 1999).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização da área de estudo

A área de estudo situa-se no município de Itacoatiara - AM, no km 250 da rodovia estadual AM-010, entre as coordenadas 2°56'13"S e 58°55'56"W (Figura 1). A área de plantio (30 hectares) esta situada na fazenda Nova Vida, pertencente ao grupo empresarial AMAGGI Exportação S. A.

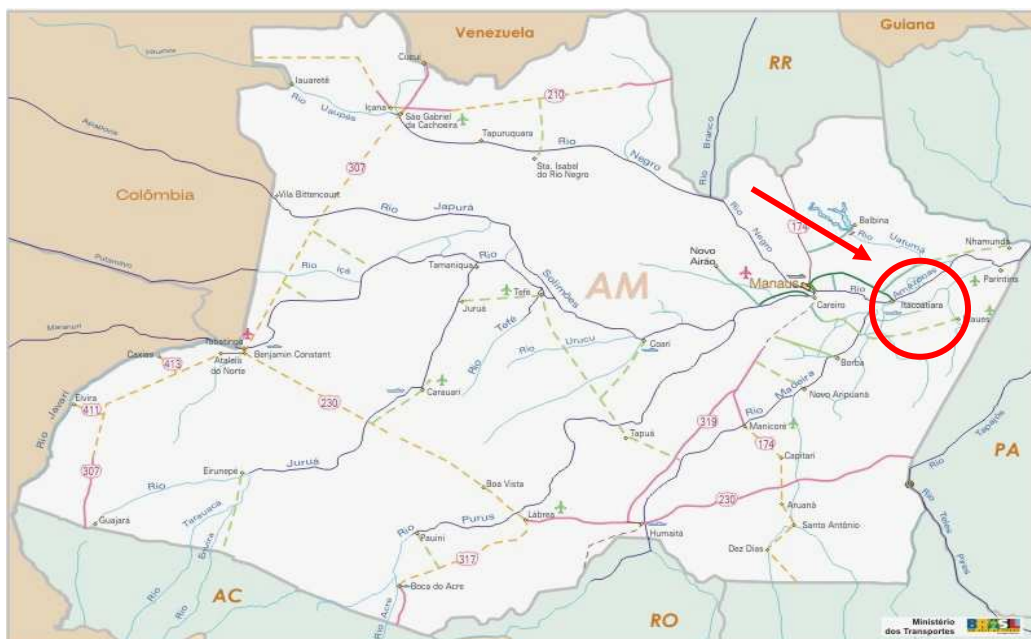


Figura 1: Mapa da localização do município de Itacoatiara-AM (círculo vermelho).

Na área experimental, originalmente existia Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme (Veloso *et al.*, 1991) e após a exploração comercial dos indivíduos arbóreos de alto valor econômico, foi feita a derrubada dos remanescentes seguido por queima, para a formação de pastagens com a gramínea quicuío (*Brachiaria humidicula* (Rendle) Schweickerdt).

O relevo da área de plantio varia de plano a ondulado. O solo predominante ao longo da estrada Manaus-Itacoatiara é classificado como Latossolo Amarelo álico e de textura argilosa (Falesi *et al.*, 1969; Rodrigues *et al.*, 1971) com mais de 70 % de argila no horizonte B, sendo ácido e com baixo conteúdo de nutrientes (Falesi *et al.*, 1969).

O clima da região é do tipo Am, conforme a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 26,7°C, variando entre 27,9°C (setembro) a 25,8°C (fevereiro). O regime pluviométrico define duas estações; sendo uma seca e outra

chuvosa. A precipitação média anual é de 2.186 mm, sendo os meses de julho a setembro os meses mais secos (cerca de 100 mm/mês) e os mais chuvosos os meses de março e abril (cerca de 300mm/mês) (Salati *et al.*, 1991).

### 3.2. Produção das mudas e plantio

As mudas foram produzidas no viveiro da própria empresa, em sacos de polietileno em composto utilizado foi: ½ de Latossolo Amarelo (principalmente o horizonte B) e ½ de terra preta. Em dezembro de 2003 foi dado o início das atividades de plantio das espécies em estudo (Tabela 1 e Figura 2). O preparo da área consistiu de capina manual e corte da vegetação espontânea com auxílio de facões. As covas foram abertas manualmente com auxílio de cavadeira tipo “boca de lobo” (Figura 3), sendo que estas apresentavam dimensões aproximadas de 40x40x40 cm. Foram aplicados 300 g/cova de calcário calcítico e adubação de plantio com 200 g/cova de NPK (2-18-20). Como manutenções do plantio foram realizadas capinas manual e pulverizações periódicas com herbicida, e combate às formigas cortadeiras.

Tabela 1: Informações sobre espécies, grupo ecológico, espaçamento de plantio e área plantada, por espécie na fazenda Nova Vida, Itacoatiara-AM

Nome popular	Nome científico	Grupo ecológico	Espaçamento (m)	Área plantada (ha)
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i>	Não-pioneira	2x2	0,80
Fava-arara-tucupi	<i>Parkia decussata</i>	Não-pioneira	2x2	2,76
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	Não-pioneira	2x2	1,60
Caroba	<i>Jacaranda copaia</i>	Pioneira	2x2	5,20
Acácia *	<i>Acacia mangium</i>	Pioneira	2x2	7,50

\* Espécie exótica





Figura 2: Fotos das áreas de plantio: (a) *Acacia mangium*, (b) *Jacaranda copaia*, (c) *Parkia decussata*, (d) *Swietenia macrophylla*, (e) *Dipteryx odorata*



Figura 3: Foto da abertura de cova utilizando a cavadeira tipo “boca de lobo”.

### 3.3. Avaliações biométricas

Foram realizadas duas avaliações biométricas das espécies em estudo, sendo a primeira avaliação em dezembro de 2006 e a segunda em dezembro de 2007.

Para o desenvolvimento deste estudo, as variáveis avaliadas foram o diâmetro a 1,30 m do solo (DAP); altura total (Ht); sobrevivência (S%), volume do cilindro (Vcil) e área de projeção de copa (APC). A APC foi avaliada apenas na segunda medição. As medidas do DAP (cm) foram tomadas utilizando-se fita métrica e vara graduada para medir a altura total (m).

A área de projeção de copa foi obtida com o auxílio de uma trena, através das medidas da projeção da copa no sentido da linha de plantio (PCEP) e entre as linhas de plantio (PCEL). O cálculo é feito através da fórmula da Elipse:

$$APC = \frac{(PCEL \times PCEP) \times \pi}{4}$$

Para a obtenção dessas informações foram demarcadas três parcelas com 96 árvores por espécie, sendo que apenas as 32 árvores centrais foram mensuradas (128 m<sup>2</sup> área útil da parcela).

O volume comercial por hectare foi obtido pela equação:

$$Vol = G \cdot HT \cdot FF$$

onde:

G = área basal por hectare (m<sup>2</sup>);

HT = altura total média;

FF= fator de forma comercial médio para a espécie.

O fator de forma comercial médio foi obtido pela cubagem em pé de duas árvores de DAP médio de cada espécie por parcela. Com o auxílio de escadas de alumínio, trena e fita diamétrica, as árvores foram cubadas em pé, até um diâmetro de 3 cm (Figura 4) utilizando-se a o método de Smalian, conforme descrito por Soares *et al.* (2006) . O fator de forma comercial foi obtido por:

$$FF = \frac{VR}{VC}$$

em que:

vr = volume rigoroso;

vc = volume do cilindro, considerando-se o DAP e a altura comercial da árvore.



Figura 4: Foto da cubagem da árvore de *Acacia mangium*, em pé.

Foram determinados os incrementos corrente anual do diâmetro, altura e volume (ICA) e os incrementos médio anual do diâmetro, altura e volume (IMA).

A forma do fuste, a forma da copa, o estado nutricional e a fitossanidade das árvores foram avaliadas de acordo com observações visuais em termos percentuais,

seguindo as recomendações de Galeão *et al.* (2006). Para a avaliação do fuste considerou-se reto ou tortuoso; para a forma da copa, circular ou irregular; para o estado fitossanitário, satisfatório ou não-satisfatório; para o estado nutricional, bom ou deficiente.

### **Delineamento estatístico**

O delineamento experimental utilizado foi o modelo inteiramente casualizado com cinco tratamentos (espécies) e três repetições (com 32 árvores cada). Os dados de altura total, DAP e volume, foram submetidos à análise de variância e foi aplicado o teste de LSD, em nível de 5% de significância, para comparação das médias.

### **3.4. Características físicas e químicas do solo**

As coletas de solo foram realizadas em cada parcela, sendo uma amostra composta por parcela, perfazendo três amostras compostas por tratamento, sendo que cada amostra composta foi formada por seis amostras simples. A coleta do solo foi realizada segundo as recomendações de Santos *et al.* (2005).

Para efeito de comparação entre as áreas, também foram coletadas três amostras compostas de terra em áreas de pastagens, onde se encontra plantada o capim quicuiu (*Brachiaria humidicula*), e que o fogo é a única prática de manejo dessa pastagem. É uma área de Floresta Ombrófila Densa (Veloso *et al.*, 1991) onde foi feito apenas a retirada seletiva de alguns indivíduos mantendo a cobertura florestal (Figura 5). Sendo que para a coleta de solos nesses tratamentos foram demarcadas três parcelas de 128 m<sup>2</sup> em cada tratamento.

Com auxílio de um trado de “rosca” foram coletadas amostras nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-30 cm (Figura 6). As amostras foram secas ao ar, feita a limpeza de raízes e resíduos vegetais, destorroadas e peneiradas em peneiras de 2,00 mm. As análises químicas e físicas do solo foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental, seguindo as recomendações da Embrapa (1997).

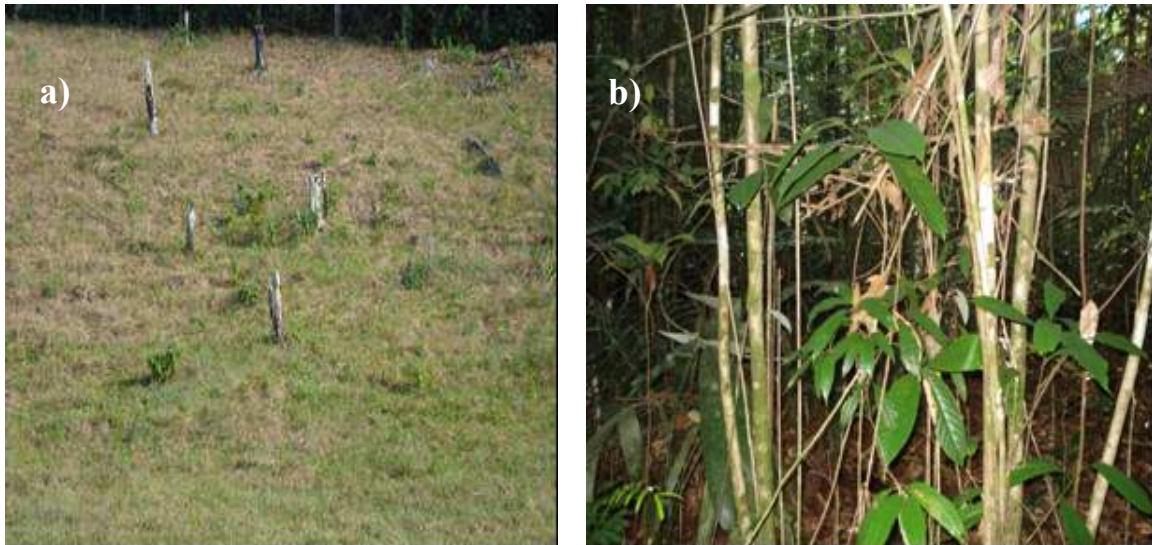


Figura 5: Foto das áreas de pastagem (a) e da floresta nativa (b).

Foram realizadas as seguintes análises químicas: pH, Al, carbono orgânico (C), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca).

E determinados os seguintes parâmetros: acidez potencial (H+Al), potencial de saturação por alumínio (M), capacidade de troca de cátions potencial do solo (T), capacidade efetiva de troca de cátions do solo (t), soma de bases trocáveis (SB), matéria orgânica (MOS) e porcentagem de saturação por bases (V).



Figura 6: Foto da coleta de solo, nas parcelas experimentais.

Na avaliação da textura nas amostras de terra foram determinadas os valores de areia grossa, areia fina, areia total, silte e argila e textura.

### **Delineamento estatístico**

Os resultados, para cada profundidade, foram submetidos ao à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios foram comparados entre si pelo teste de LSD a 5% de significância.

### **3.5. Nutrientes foliar**

Nas parcelas onde foi realizado o inventário florestal e as coletas do solo, também foram coletadas folhas para estudos nutricionais. A partir dos dados do inventário florestal, foram selecionados três indivíduos com diâmetro médio por parcela, que tiveram parte das suas folhas coletadas (aproximadamente 25 folhas por indivíduo) seguindo o seguinte critério: folhas maduras completamente expandidas, expostas ao sol e em bom estado fitossanitário, dos lançamentos mais novos, no meio da copa (Bellote & Silva, 2000). As folhas dos três indivíduos foram reunidas, formando uma amostra composta por parcela.

Para a coleta das folhas recém - caídas, foram instalados três coletores de serapilheira confeccionados com tela sombrite com 1m<sup>2</sup> de dimensão (Figura 7), próximo às árvores que tiveram as suas folhas coletadas. As folhas dos três coletores, por parcela, foram reunidas formando uma amostra composta, e no intervalo de 30 dias as folhas foram recolhidas (Figura 8).



Figura 7: Coletor de folhas decíduas

Após a coleta as folhas foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de aproximadamente 65°C, por um período de 72 horas (Carmo *et al.*, 1990).

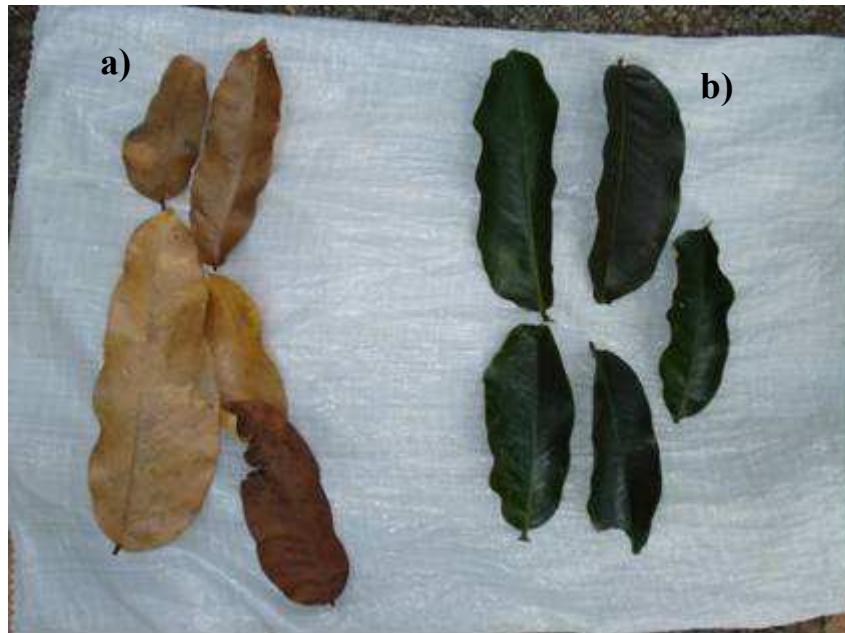


Figura 8: Folhas - recém caídas (a) e folhas maduras (b) do cumaru.

Após a secagem as folhas foram moídas e armazenadas em frascos de polietileno e submetidas à digestão sulfúrica (Embrapa, 1997). No extrato foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental.

As comparações entre a concentração de nutrientes no folheto e nas folhas recém maduras da copa foram realizadas através da equação proposta por Attiwill *et al.* (1978).

$$\text{Redistribuição (\%)} = \frac{[\text{Concentração nas folhas senescentes} - \text{Concentração nas folhas vivas}]}{\text{Concentração nas folhas vivas}} \times 100$$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Avaliação da sobrevivência e do crescimento

#### 5.1.1. Sobrevivência

As espécies nativas apresentaram alta sobrevivência, exceto a *Jacaranda copaia* que apresentou percentual de sobrevivência de 68%, bem inferior as demais espécies deste estudo (Tabela 2).

Plantios de caroba na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA-Manaus, apresentaram taxa de sobrevivência variando entre 63% (espaçamento 3x4m) e 79% (espaçamento 4,5 x 4,0m) aos 16 anos de idade (Sampaio *et al.*, 1989). Avaliando plantio homogêneo em áreas de mata no estado de Roraima (espaçamento 4x3m), Tonini *et al.* (2006) observaram uma taxa de sobrevivência de 73% para esta espécie. A taxa de sobrevivência pode estar relacionada com preparo da área do plantio, qualidade de mudas, espaçamento, condições edáficas e climáticas da região (Barbosa *et al.*, 2003).

Tabela 2: Percentual de sobrevivência, bifurcação e número de fustes de árvores de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM

Espécies	Sobrevivência (%)	Bifurcação (%)	Fustes (un.ha <sup>-1</sup> )
<i>Acacia mangium</i>	81	69	5138
<i>Dipteryx odorata</i>	99	17	3020
<i>Jacaranda copaia</i>	68	1	2495
<i>Parkia decussata</i>	95	3	2599
<i>Swietenia macrophylla</i>	98	15	2915

Dentre as espécies avaliadas o cumaru foi a que apresentou a maior taxa de sobrevivência, com 99% dos indivíduos vivos, seguindo do mogno com 98%, fava-arara-tucupi com 95%. Ao avaliar a taxa de sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em espaçamento de 1,5 x 1,5 m no Acre, Miranda & Valentim (2000) encontraram valores variando entre 65% a 100% para as espécies florestais nativas da Amazônia. O alto índice de sobrevivências das espécies nativas deve-se, ao fato de que essas espécies estão adaptadas as condições edafoclimáticas da região.

As espécies nativas desse estudo, por possuírem elevada taxa de sobrevivência, com exceção da caroba, atendem um dos pré-requisitos para a seleção de espécies para serem utilizadas em plantios de reposição florestal. Já que para um projeto de



reflorestamento seja vinculado a reposição florestal um dos pré-requisitos é que o plantio possua taxa de sobrevivência superior a e 95% (Tabela 2) (Brasil, 2006).

A *Acacia mangium* única espécie exótica do plantio, a apresentou 81% de sobrevivência. Em plantios homogêneos de *Acacia mangium* plantada em espaçamento de 3 x 2 m, no município de Manaus-AM, Souza *et al.* (2004) observaram 100% de sobrevivência, aos quatro anos de idade. Essa maior taxa de sobrevivência pode ter sido influenciada pelo maior espaçamento utilizado pelos autores, associado ao menor número de fustes por hectare (3.095 un.ha<sup>-1</sup>), contra um espaçamento mais reduzido (2 x 2 m) e um maior número de fustes por hectare (5.138 un.ha<sup>-1</sup>). O que resultou em menor competição por luz, água e nutrientes do solo, resultando na maior taxa de sobrevivência.

### 5.1.2. Crescimento e incremento diamétrico

Ao avaliar o crescimento diamétrico das espécies no quarto ano após, foi constatada diferença significativa entre as espécies (F=104.506; p<0,001) (Tabela 3).

A caroba foi a espécie que apresentou os maiores valores de DAP (10,9 cm) diferindo estatisticamente das demais, apresentando também o maior incremento médio em diâmetro anual entre as espécies do plantio (Tabela 3 e 4). Valores próximos para DAP (10,1 cm) em plantios puros, com cinco anos de idade, utilizando espaçamento de 4 x 3 m em áreas de mata no estado de Roraima, foram verificados por Tonini *et al.* (2006).

Essa espécie tem tido sucesso em plantios na região Amazônica, e por isso vem merecendo a atenção de diversos silvicultores da região, que vem gerando informações importantes acerca da silvicultura dessa espécie, que não diferiu estatisticamente em relação ao DAP nos diferentes espaçamentos utilizados por Sampaio *et al.* (1989), mas respondeu positivamente ao DAP quando foi utilizado diferentes manejo com solo, apresentando maior diâmetros em áreas onde o solo foi gradeado (Barbosa *et al.*, 2003).

A fava-arara-tucupi também apresentou altos valores de DAP (9,8 cm) diferindo estatisticamente das demais espécies (Tabela 3). Em plantios de *Parkia sp.* no estado de Roraima, aos 5 anos de idade, estabelecidos em espaçamento de 4 x 3 m, foi observado DAP médio de 12,3 cm (Tonini *et al.*, 2006). Essa espécie vem demonstrando característica apropriada para a produção de madeira laminada, já que além de possuir um bom desenvolvimento diamétrico, essa espécie possui ótima desrama (observação

de campo) e a maioria dos indivíduos (88%) apresentaram fustes tendendo a retidão (Figura 10).

A *Acacia mangium* com 8,5 cm de DAP médio diferiu estatisticamente entre as espécies (Tabela 3). Em plantios de *Acacia mangium* com espaçamento de 3 x 2 m, aos quatro anos de idade, realizados pela Embrapa Amazônia Ocidental em sítio semelhante ao presente trabalho, Souza *et al.* (2004) encontraram valores superiores de DAP médio (9,5cm). Um dos fatores que influenciaram essa diferença foi o maior espaçamento, que segundo Balloni & Simões (1980), quanto mais amplos tendem a influenciar positivamente no crescimento diamétrico das árvores.

Tabela 3: Diâmetro médio a 1,30 m (DAP), altura total (Ht) e área de copa (Copa) de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM

Espécies	DAP (cm)	Ht (m)	Copa (m <sup>2</sup> )
<i>Acacia mangium</i>	8,5±1,9 <sup>c</sup>	13,3±1,9 <sup>a</sup>	1,6±1,0 <sup>b</sup>
<i>Dipteryx odorata</i>	5,2±1,1 <sup>c</sup>	7,1±1,3 <sup>c</sup>	4,6±1,9 <sup>a</sup>
<i>Jacaranda copaia</i>	10,9±2,7 <sup>a</sup>	11,3±2,4 <sup>b</sup>	4,0±0,6 <sup>a</sup>
<i>Parkia decussata</i>	9,8±1,6 <sup>b</sup>	6,6±1,0 <sup>c</sup>	4,4±2,2 <sup>a</sup>
<i>Swietenia macrophylla</i>	7,1±1,4 <sup>d</sup>	5,4±0,9 <sup>d</sup>	1,7±0,5 <sup>b</sup>
<b>CV experimental (%)</b>	<b>22,80</b>	<b>36,01</b>	<b>42,70</b>
<b>CV entre plantas dentro da parcela</b>	<b>36,26</b>	<b>42,20</b>	<b>73,92</b>

Nas colunas, as médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de LSD (P<0,05).

O mogno apresentou baixo crescimento diamétrico, inferior estatisticamente quando comparada a outras espécies, com a exceção do cumaru (Tabela 3). Em plantios homogêneos de mogno realizados no Distrito Federal, em áreas de cerrado e plantados em espaçamento de 3 x 2 m, aos 40 meses de idade, Guimarães-Neto *et al.* (2004) encontraram valores superiores aos verificados neste estudo (DAP= 9,6 cm). Essa diferença de crescimento pode ser atribuída aos fatores de sítio, a diferença de idade do plantio, ao espaçamento e, também, ao ataque da broca da ponteira (*Hypsipylla grandella*), já que nos plantios realizados no cerrado o ataque deste inseto foi em 71% dos indivíduos, contra 100% dos indivíduos atacados no presente estudo (Figura 10).

Tabela 4: Incremento médio (IMA) e corrente anual (ICA) do Diâmetro médio a 1,30 m (DAP) e da altura total (Ht) de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homoganeamente no município de Itacoatiara-AM

Espécies	IMA DAP (cm)	ICA DAP (cm)	IMA Ht (m)	ICA Ht (m)
<i>Acacia mangium</i>	2,1	1,2	3,3	5,4
<i>Dipteryx odorata</i>	1,3	1,4	1,8	2,1
<i>Jacaranda copaia</i>	2,7	2,6	2,8	4,3
<i>Parkia decussata</i>	2,4	3,0	1,7	2,4
<i>Swietenia macrophylla</i>	1,8	2,1	1,3	1,4

O cumaru foi a espécie que apresentou o menor diâmetro médio (5,2 cm), sendo inferior estatisticamente das demais espécies (Tabela 3). Em plantios realizados na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do Inpa – Manaus - AM com *Dipteryx odorata*, aos 34,5 anos e em espaçamento de 4x4m, foi encontrado DAP médio de 17,8 cm (Machado, dados não publicados). A baixa taxa de crescimento deve-ser característica da espécie, já que em áreas naturais esta só ocorre em florestas primárias, lhe rendendo uma madeira de alta densidade, considerada uma das mais duras da Amazônia (Loureiro *et al.*, 1979). O cumaru foi a única espécie que não apresentou distribuição diamétrica tendendo a distribuição normal (Figura 9) típica de povoamentos equiâneos (Wadsworth, 2000).

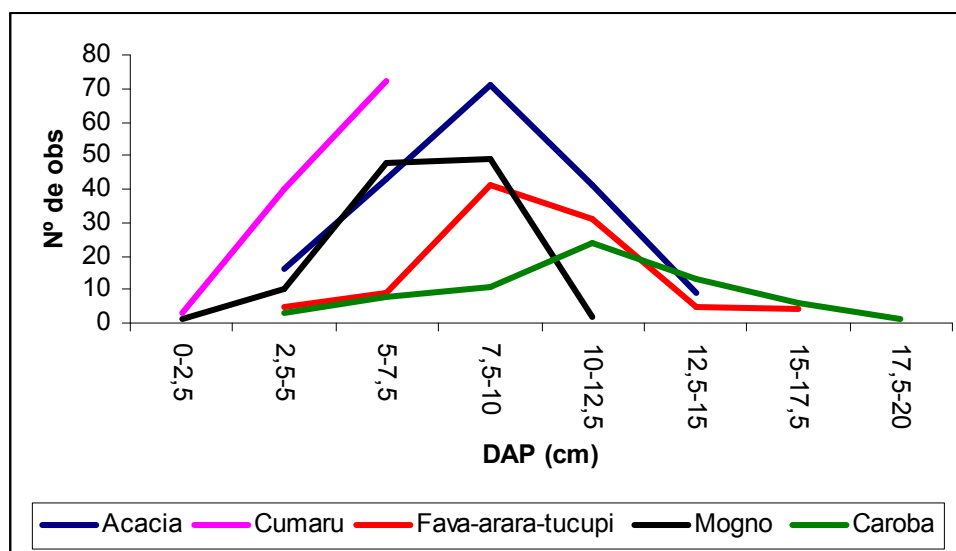


Figura 9: Distribuição diamétrica de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homoganeamente no município de Itacoatiara-AM.

### 5.1.3 Crescimento e incremento em altura

Avaliando a altura total das cinco espécies, foi verificada diferença significativa entre o crescimento ( $F=186,229$ ;  $p<0,001$ ) (Tabela 3).

Dentre as espécies a *Acacia mangium* foi a que mais cresceu em altura, com média 13,3 m diferindo estatisticamente das demais (Tabela 3) e com o incremento anual em altura da ordem de 3,30 m, sendo superior ao das outras espécies (Tabela 4). Souza *et al.*(2004) avaliando plantios com essa em sítio semelhante ao presente trabalho, localizados no campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus, aos quatro anos de idade, encontraram valores de altura total pouco superior ( $H_t=14,0m$ ). O rápido crescimento em altura da *Acacia mangium* tem sido reportado por diversos autores (Catie, 1992; Miranda & Valentim, 2000; Souza *et al.*, 2004).

A caroba se posicionou logo abaixo da *Acacia mangium* em relação ao crescimento em altura, com valor médio de 11,3 m, diferenciando estatisticamente das demais (Tabela 3). Em São Domingos do Capim-PA, observou-se para essa espécie altura média de 13,0 m, aos sete anos, plantadas em espaçamento de 2,5 x 2,5 m (Galeão *et al.*, 2006).

O bom crescimento em altura também foi verificado por Sampaio *et al.* (1987) que encontraram altura de 20,9 m para essa espécie, quando plantada no espaçamento 2 x 3 m na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do Inpa (Manaus), não sendo observada diferença estatística entre os espaçamentos 3 x 4 m e 4,5 x 4,0 m. Neste estudo também verificaram o incremento médio anual para a caroba na ordem de 2,32 m, sendo esse inferior aos 2,8 m de incremento médio anual encontrados no presente estudo (Tabela 4).

Ainda sobre a caroba, essa foi a espécie que apresentou o maior desvio da média para altura quando comparada as demais (Tabela 3), o que representa uma possibilidade de ser realizada uma seleção genética dos indivíduos superiores, visando aumentar as produtividades com características desejadas. Já que a altura é dos principais parâmetros para a seleção de material genético (Borém & Miranda, 2005).

Com valores intermediários aparecem o cumaru e a fava-arara-tucupi, com altura total média de 7,1 e 6,6 m respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 3). Machado *et al.* (dados não publicados) encontraram valores de altura total para o cumaru de 17,1 m com IMA da altura de 0,49 m aos 34,5 anos plantados em monocultivo em áreas de Latossolo Amarelo, cabe ressaltar que essa área não recebeu os tratamentos culturais e silviculturais adequados.

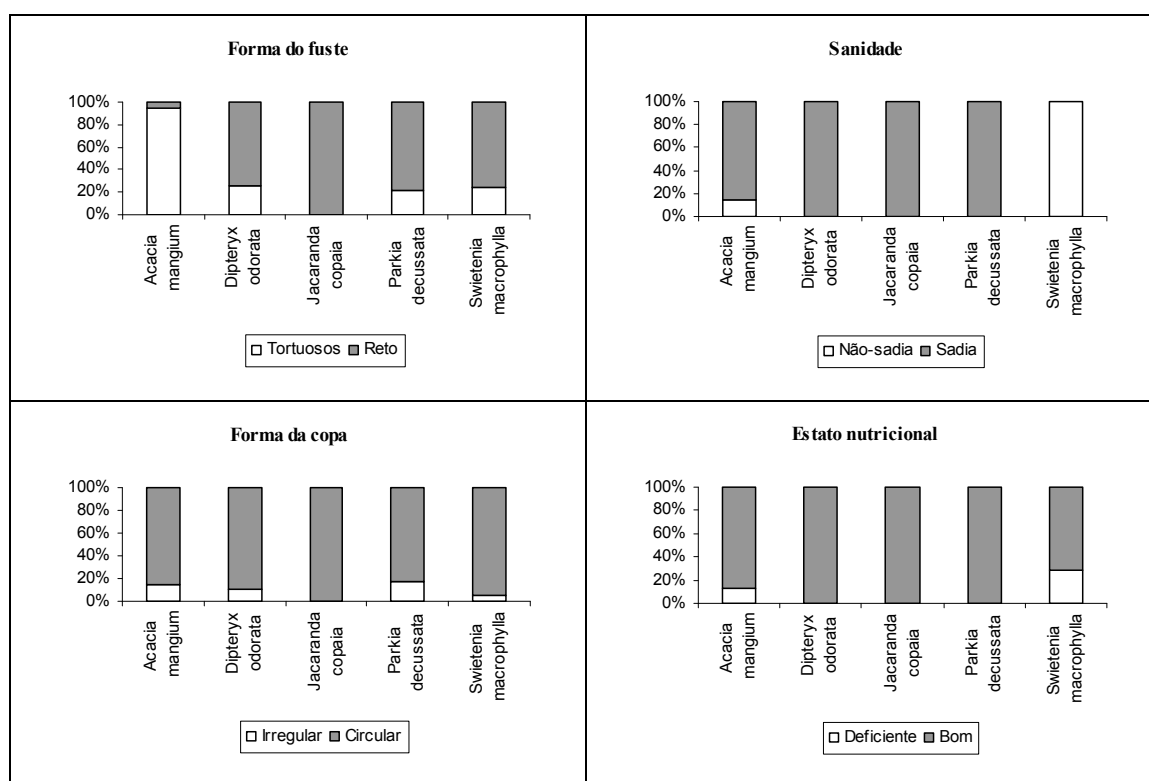


Figura 10: Valores percentuais de forma do fuste, sanidade, forma da copa e estado nutricional de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM.

Analisando o crescimento da *Parkia decussata* e comparando com o resultado encontrado por Tonini *et al.* (2006) para *Parkia sp.* (Ht = 6,1 m) plantada no espaçamento 4 x 3 m, aos cinco anos de idade no estado de Roraima, verifica-se que a *Parkia decussata* apresentou maior crescimento em altura, mesmo sendo o plantio mais jovem (um ano diferença). Este fato pode ser explicado pelo menor espaçamento, resultou em árvores mais altas, no entanto mais finas.

Mesmo apresentando o menor crescimento em altura, e diferindo estatisticamente entre as cinco espécies (Tabela 3), o mogno, com 5,4 m de altura total, teve crescimento superior ao encontrado em outros estudos. Valores entre 2,28 a 3,45 m para o mogno plantado em consórcio com *Eucalyptus urophylla* e solteiro em área de cerrado, no Distrito Federal foram encontrados por Guimarães Neto *et al.* (2004). Já Chanto (1999) avaliando o crescimento de mogno em consórcio com três espécies do gênero *Inga* na região tropical úmida da Costa Rica, encontrou valores de altura para o mogno variando 2,75 a 3,76 m, aos três anos de idade, em espaçamento de 3 x 3 m.

#### 5.1.4 Área de copa

Ao avaliar a área de copa foi constatada a diferença significativa entre as cinco espécies florestais utilizadas no plantio ( $F=7.303$ ;  $p<0,001$ ) (Tabela 3).

Nesse parâmetro houve grande superioridade das espécies nativas, com destaque para o cumaru, seguido pela fava-arara-tucupi e caroba, sendo que essas espécies não tiveram diferenças estatísticas, de acordo com o teste de média LSD (Tabela 3).

Essas três espécies ainda apresentaram o desenvolvimento de copas circulares (Tabela 4), ocupando a área destinada para cada indivíduo ( $4 \text{ m}^2$ ). Devido ao bom desenvolvimento das copas dessas espécies, ocupando a área destinada para cada indivíduo, se tem - se um aumento da competição intra-específica, e como consequência dessa competição poderá haver diminuição do ritmo de crescimento se nenhuma intervenção silvicultural for realizada, devido a relação direta entre diâmetro de copa e crescimento diamétrico (Tonini & Arco-Verde, 2005). Já a *Acacia mangium* e o mogno foram as espécies, que possuíram a menor área de copa, com valores médios de  $1,6 \text{ m}^2$  e  $1,7 \text{ m}^2$  não diferindo estatisticamente entre elas (Tabela 3). *Acacia mangium* teve esse baixo crescimento devido ao grande número de fustes por hectare ( $5.138 \text{ un. ha}^{-1}$ ), que ocasionou uma grande competição entre os indivíduos, gerando copas pequenas.

Já o mogno teve o crescimento de suas copas influenciado pelo ataque da *Hypsipylla grandella*, que mesmo provocando o superbrotamento, o que teoricamente poderia aumentar a área de copa, não conseguiu manter o crescimento vigoroso de vários brotos, ocasionando a morte dos brotos mais antigos. Plantios de mogno demandam controle desta praga para formação de árvores com fustes retos, contribuindo para maior valorização da madeira produzida.

Apesar de ser de grande importância para estudos silviculturais, o conhecimento sobre área de copa de espécies florestais em plantios não vem sendo contemplados na Amazônia brasileira. Esta variável apresenta alta correlação com crescimento e a produção volumétrica, além de possibilitar a avaliação de espaçamento adequado e definir o momento da realização do desbaste (Tonini & Arco-Verde, 2005).

#### 5.1.5. Volumetria

Ao se comparar a volumetria entre as espécies verificou-se diferenças significativas ( $F=111.933$ ;  $p<0,000$ ). Destaque para a *Acacia mangium* que teve produção 222% superior a *Jacaranda copaia* que foi a segunda com maior volume (Tabela 5).

A *Acacia mangium* com 207,48 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> aos quatro anos de idade, obteve incremento médio anual de 51,87 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> possuindo o maior volume entre as espécies estudadas (Tabela 5). Esse resultado foi superior aos 181,26m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> aos quatro anos de idade em plantios dessa espécie na área experimental da Embrapa Amazônia Ocidental (Souza *et al.*, 2004). Mesmo sendo plantados em sítios parecidos (menos de 200 km de distancia entre sítios), os plantios do grupo AMAGGI apresentaram maior produtividade sendo 13% superior ao outro sítio. Essa maior produtividade pode ser conseqüência do menor espaçamento, que segundo Balloni & Simões (1980), produzem maior volume de madeira por hectare.

Tabela 5: Fator de forma (ff), volume (vol), incremento média anual do volume (IMA Vol) e incremento corrente anual do volume (ICA Vol) de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homogeneamente no município de Itacoatiara-AM

Espécies	ff	Vol (m <sup>3</sup> )	IMA Vol (m <sup>3</sup> )	ICA Vol (m <sup>3</sup> )
<i>Acacia mangium</i>	0.51	207,48 <sup>a</sup>	51,87	120,05
<i>Dipteryx odorata</i>	0.50	25,39 <sup>d</sup>	6,35	15,67
<i>Jacaranda copaia</i>	0.42	93,57 <sup>b</sup>	23,39	57,49
<i>Parkia decussata</i>	0.41	57,56 <sup>c</sup>	14,39	37,58
<i>Swietenia macrophylla</i>	0.43	42,97 <sup>d</sup>	10,74	27,27

Nas colunas, as médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de LSD (P<0,05).

A avaliação da produção volumétrica utilizando fatores de forma local e por espécie é de grande importância para estudos de volumetria, pois dessa forma as comparações entre plantios de diferentes sítios ficam mais precisas, já que houve variação nos valores de fator de forma entre as espécies do plantio (Tabela 5). Segundo Tonini *et al.* (2006), o uso de fatores de forma médio independente da espécie reduz as estimativas do volume comercial.

Neste estudo, a caroba foi a espécie que apresentou a maior produção volumétrica entre as nativas (93,57 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), confirmando o rápido crescimento das espécies pioneiras em plantios a plena abertura (Tabela 5). Menores valores volumétricos (17,98 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), aos 5 anos de idade, em espaçamento de 4 x 3 m, foram verificados por Tonini *et al.* (2006). Essa diferença pode ter sido influenciada pelos fatores de sítio, principalmente aos ligados a fatores climáticos, devido a menor precipitação (1751 mm.ano<sup>-1</sup>) nas áreas de plantio no estado de Roraima.

A *Parkia decussata* com 57,56m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> obteve produtividade diferenciada das demais espécies (Tabela 5). Em plantios de *Parkia sp.*, aos 5 anos e espaçamento de 3 x 2 m, Tonini *et al.* (2006) verificaram valores inferiores com 27,82 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. A boa produtividade da *Parkia decussata* é de grande importância para os empresários do setor de laminação que investem em plantios, já que essa espécie possui características tecnológicas adequadas para a laminação (Loureiro *et al.*, 1979) e com características silviculturais desejáveis, com desenvolvimento de fustes retilíneos, copas circulares, elevada resistência a pragas e bom estado nutricional (Figura 10).

Estatisticamente iguais, o mogno e o cumaru foram as espécies que apresentaram os menores valores volumétricos, com 42,97 e 25,39 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (Tabela 5). Em plantios de cumaru em Santarém-PA, utilizando espaçamento de 6,0 x 1,3 m, aos 6 anos de idade, Galeão *et al.* (2006) encontraram valores volumétricos de 6,22 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Essa baixa produção volumétrica pode ser atribuída à baixa taxa de sobrevivência (54%) e também a qualidade do sítio, já que mesmo possuindo diâmetro médio semelhante, houve variação de 284% para os valores de altura total.

O mogno apresentou valores de IMA volumétricos similares ao relatados por Wadsworth (2000) que, em sítios do México ao Brasil, encontrou valores de 5 - 19 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 5). Mesmo apresentando valores volumétricos satisfatório, o mogno teve o seu crescimento afetado pelo ataque da *Hypsipylla grandella*. Técnicas que minimizem o ataque dessa lepidóptera devem ser buscadas para se investir em plantios dessa espécie, podendo os sistemas agroflorestais diversificado pode ser uma alternativa viável, haja visto, que agricultores familiares da transamazônica tem conseguido êxito no plantio do mogno em consórcio com cacau (Sabogal *et al.*, 2006).

## 5.2. CICLAGEM BIOQUIMICA

As concentrações dos nutrientes nas folhas maduras e das folhas recém caídas, bem como os valores da taxa redistribuição de nutrientes se encontram na Tabela 7.

De acordo com os resultados observados na tabela pode - se constatar que o nitrogênio é o elemento mais abundante nas folhas maduras de todas as espécies. As folhas recém caídas esse elemento também se encontra em maior quantidade que os outros elementos nas folhas da acacia mangium, fava e caroba, no entanto esse elemento não foi o mais abundante nas folhas recém caídas das espécies cumaru e mogno, sendo o Ca o elemento mais abundante.



Com exceção dos elementos menos móveis, Ca (todas as espécies) e o Mg (somente mogno e cumaru), todos os demais nutrientes apresentaram menores valores nas folhas recém caídas do que nas folhas maduras (Tabela 7). Estes resultados evidenciam que as concentrações dos elementos mais móveis nas folhas senescentes diminuí devido sua transferência para as partes em crescimento das árvores.

Apesar de o nitrogênio ser o elemento com maiores teores nas folhas maduras (Tabela 7), ele não foi o elemento mais redistribuído em todas as espécies, sendo apenas no mogno, com 49,33%. O maior percentual de redistribuição interna de um elemento foi encontrado na caroba, para o potássio, com 77,49%. O potássio também foi o elemento mais redistribuído pela fava (Tabela 7), já para as espécies acacia mangium e cumaru o fósforo foi o elemento mais redistribuído.

Os maiores teores de nitrogênio foram encontrados nas folhas de *Acacia mangium* com 23,79 g.kg<sup>-1</sup>. A alta presença desse elemento pode ser justificado pela capacidade dessa espécie realizar associações simbióticas com bactérias do gênero *Rhizobium*, que conseguem fixar parte do nitrogênio atmosférico, por meio da conversão do nitrogênio molecular (N<sub>2</sub>) em amônia (NO<sub>3</sub>), aumentando dessa forma os teores desse elemento na planta (Marinho *et al.*, 2004).

O teor de nitrogênio contido nas folhas maduras da caroba foi próximo ao encontrado na acacia, no entanto não é conhecido se a espécie é capaz de realizar associações simbióticas semelhantes à da acácia, retirando e utilizando o nitrogênio atmosférico. Mas essa espécie é conhecida pela sua rusticidade e capacidade de se estabelecer em áreas degradadas com baixo nível de fertilidade do solo (Barbosa *et al.*, 2003).

O mogno foi a espécie que mais redistribuiu o nitrogênio (49,33%), seguido pelo cumaru (41,94%). Esse resultado pode ser explicado pela possível ausência de associações simbióticas, fazendo com que essas espécies necessitem reutilizar melhor esse elemento, já que reutilizando internamente esse elemento, evita que ele seja perdido por lixiviação e/ou volatilização.

De uma maneira geral, o nitrogênio mostrou – se bem reutilizado internamente pelas espécies, já que de acordo com a literatura o valor de retranslocação desse elemento varia de 7,2% em plantios de *Acacia mearsii* (Caldeira *et al.*, 2002) à 55,3%, em plantios de *Acacia mangium* (Balieiro *et al.*, 2004).

Em relação ao fósforo, a caroba foi a espécie que apresentou os maiores teores nas folhas maduras (Tabela 7), seguida pela acacia mangium. O maior teor encontrado

nessas espécies, associado as suas elevadas taxas de crescimento (Tabela 3), sugere que as mesmas possuem mecanismos de absorção diferenciados desse elemento, como possíveis associações com fungos micorrízicos, que aumentam a área de absorção das raízes, já que o fósforo é um elemento pouco móvel no solo, sendo utilizado pelas espécies através da interceptação radicular (Novais *et al.*, 2007).

O cumaru e o mogno se posicionam logo em seguida, com valores idênticos para o fósforo (0,90 g kg<sup>-1</sup>), e a fava foi a espécie que apresentou o menor valor para esse elemento. Essas espécies, por serem nativas da floresta amazônica, estão adaptadas a baixa disponibilidade desse elemento no solo (Gama-Rodrigues *et al.*, 2007).

A alta taxa de redistribuição de fósforo na *Acacia mangium* explica, em parte, o sucesso dessa espécie em plantios comerciais na região da Amazônia (SBS, 2006), já que esse elemento se encontra em baixas concentrações nos solos da região (Vieira & Santos, 1987) e através da alta taxa de redistribuição desse elemento internamente nas plantas, a espécie consegue atender em parte suas necessidades nutricionais.

Tabela 7: Concentração dos nutrientes contidos nas folhas maduras e folhas caídas bem como a estimativa da taxa de redistribuição de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homoganeamente no município de Itacoatiara-AM

	Acácia			Cumaru			Fava-arara-tucupi			Mogno			Caroba		
	FM	FC	RE	FM	FC	RE	FM	FC	RE	FM	FC	RE	FM	FC	RE
	g kg <sup>-1</sup>		%	g kg <sup>-1</sup>		%	g kg <sup>-1</sup>		%	g kg <sup>-1</sup>		%	g kg <sup>-1</sup>		%
<b>N</b>	23,79	14,64	<b>-38,44</b>	18,01	10,29	<b>-41,94</b>	17,20	14,30	<b>-15,75</b>	16,10	8,17	<b>-49,33</b>	23,49	17,71	<b>-24,53</b>
<b>P</b>	0,94	0,24	<b>-74,06</b>	0,90	0,28	<b>-68,88</b>	0,79	0,37	<b>-49,17</b>	0,90	0,46	<b>-49,30</b>	1,00	0,43	<b>-57,27</b>
<b>K</b>	7,28	3,01	<b>-58,99</b>	4,01	1,31	<b>-68,31</b>	4,13	1,20	<b>-69,57</b>	11,33	6,80	<b>-42,13</b>	3,17	0,71	<b>-77,49</b>
<b>Ca</b>	5,17	5,89	<b>17,81</b>	6,13	11,07	<b>83,09</b>	8,26	7,78	<b>9,49</b>	9,35	10,81	<b>14,57</b>	4,99	5,58	<b>14,35</b>
<b>Mg</b>	1,89	1,85	<b>-0,28</b>	1,38	1,79	<b>31,67</b>	1,40	0,92	<b>-33,69</b>	1,54	1,78	<b>17,34</b>	2,05	1,71	<b>-17,01</b>
<b>S</b>	1,21	0,75	<b>-36,13</b>	1,05	1,02	<b>-0,34</b>	1,55	1,39	<b>-5,71</b>	2,18	1,66	<b>-23,05</b>	0,89	0,82	<b>-6,96</b>

FM= Folhas maduras; FC= Folhas caídas; RE= Taxa de redistribuição

Assim as plantas em ecossistema tropical necessitam de mecanismos eficientes para a utilização dos nutrientes, principalmente aqueles que se encontram em baixos teores no solo com é o caso do fósforo. Alguns autores (Barros & Novais, 1990;

Gonçalves & Benedetti, 2000) consideram que a baixa concentração do P nos solos brasileiros é um dos fatores limitantes para a produção florestal, no entanto, as espécies florestais têm demonstrado alta eficiência em reutilizar esse nutriente internamente com taxa de retranslocação acima de 50% (Vettorazzo et. al., 1993).

O mogno foi a espécie que apresentou maiores valores de potássio nas folhas maduras (Tabela 7), sendo que esse valor foi cerca de 3,5 vezes maior que os valores encontrados para esse elementos nas folhas maduras de caroba, que foi a espécie que apresentou os menores valores. Isto demonstra que o mogno possui alta demanda por elemento.

Apesar de ter sido encontrado os menores valores de potássio nas folhas da caroba, essa foi a espécie que mais reutilizou o potássio internamente, com 77,49%, sendo esse redistribuído para partes em crescimento da árvore. Essa estratégia colabora para o sucesso dessa espécie em plantios na região Norte, onde ela alcança alta produtividade.

A alta eficiência de reutilização interna do K é muito importante para o balanço nutricional das espécies, já que uma das características desse elemento é a sua boa mobilidade nos solos, o que propicia a sua perda por lixiviação, principalmente em áreas de solos com baixa CTC e em áreas de alta precipitação, característica facilmente encontrada na região Amazônica (Vieira & Santos, 1987).

Mesmo apresentando os maiores teores de potássio nas folhas maduras, diversos indivíduos nas parcela de mogno apresentaram sintomas evidentes de deficiência nutricional (Figura 11) como a necrose marginal das folhas (causada pela produção de putrescina, que é uma diamina tóxica para as plantas) e como conseqüências alguns indivíduos apresentavam também deficiências de nitrogênio que é um reflexo da falta de potássio (Silveira *et al.*, 2000).



Figura 11: Detalhes da folha normal e deficiência de potássio nas folhas de mogno.

A função mais conhecida e importante do potássio é a ativação do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos ajudando a controlar o conteúdo de água nas plantas, bem como no crescimento meristemático, na ativação enzimática da fotossíntese e translocação de fotossintéticos (Malavolta, 2006). Também é conhecida a função do potássio em diminuir a incidência de pragas e doenças (PPI, 1995), e como o mogno, é umas das espécies florestais que mais sofre com o ataque de pragas florestais como é caso da broca da ponteira (*Hypsipyla grandella*) (Vergara, 1997). No entanto, mesmo possuindo os mais elevados valores de potássio na folhas, foi observado que 100% dos indivíduos da parcela estavam atacados pela *Hypsipyla grandella*, que ao se alimentar do broto terminal provocam o superbrotamento de galhos, e conseqüente perda de qualidade da madeira, e podendo provocar a morte do indivíduo (Figura 12).



Figura 12: Foto do superbrotamento do mogno em consequência do ataque da *Hypsipyla grandella*.

A acácia apresentou elevados valores de K nas suas folhas (Tabela 7), sendo que essa espécie foi a segunda menos eficiente em reutilizar internamente esse elemento. O cumaru e a fava apresentaram valores próximos para K nas folhas maduras e para a taxa de retranslocação de nutrientes (Tabela 7). Quando comparado à literatura, os valores de redistribuição de potássio corroboram com os valores obtidos por (Caldeira *et al.*, 1999; Vettorazzo *et al.*, 1993) em plantios florestais com espécies exóticas (*Acacia mearnsii* e *Eucalyptus grandis*), onde afirmaram que os valores de retranslocação do K pode superar 50% do conteúdo total.

O cálcio é conhecido pela a sua baixa mobilidade nas plantas e por não ser redistribuído facilmente no vegetal. Essa característica é devido a sua função estrutural, já que após ser transportado até as folhas o Ca, na forma de pectato, se torna o principal componente da lamela média da parede celular, onde ele exercerá função cimentante (Dechen & Nachtigall, 2007).

O Ca não foi redistribuído por nenhuma das cinco espécies avaliadas (Tabela 7), sendo encontrado os maiores valores nas folhas maduras do mogno e nas folhas recém caídas do cumaru, sendo essa espécie a que apresentou os menores valores de redistribuição desse elemento. A não redistribuição desse elemento pode ocasionar uma deficiência localizada do mesmo, já que a planta tende a necessitar principalmente da

ciclagem biogeoquímica, podendo ocasionar perdas desse elemento por lixiviação (Magalhães & Blum, 1999).

O magnésio foi um elemento com redistribuição restrita apenas às espécies acácia (-0,28%), caroba (-17,01%) e a fava com -33,69%. O mogno, com 17,34%, e cumaru com 31,67%, não foram eficientes em redistribuir o magnésio, necessitando ser reciclado através da ciclagem biogeoquímica. Apesar de alguns autores relatarem que o Mg é um elemento móvel nas plantas (Malavolta, 2006; Novais *et al.*, 2007) outros autores classificam a mobilidade desse elemento como restrita (Larcher, 2000). Segundo Malavolta (2006) a mobilidade desse elemento não é a mesma para todas as espécies, já que podem apresentar maior ou menor proporção de Mg solúvel nas folhas.

Apesar do enxofre ser agrupado frequentemente como macronutriente secundário, juntamente com o cálcio e magnésio (PPI, 1995), essa classificação é contestada por alguns autores (Alvarez *et al.*, 2007) que o classificam ao lado do N, P e K, já que ele é constituinte de 2 dos 21 aminoácidos (cisteína e metionina) que formam as proteínas (Malavolta, 2006). Absorvido principalmente na forma aniônica  $SO_4^{2-}$ , mas podendo ser absorvido pelas folhas através do gás dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), esse elemento foi encontrado em maiores quantidades nas folhas maduras do mogno (2,18 g  $kg^{-1}$ ) e o menor valor nas folhas maduras da caroba (0,89 g  $kg^{-1}$ ). Estudando o conteúdo de nutrientes em folhas de *Acacia mearnsii*, Caldeira *et al.* (2002) encontram valores intermediários para enxofre, com 1,26 g  $kg^{-1}$ .

O enxofre não apresentou uma grande redistribuição antes da abscisão foliar, sendo verificados baixos valores de redistribuição para o cumaru (-0,34%), fava (-5,71%) e a caroba (-6,96%) sendo a redistribuição mais significativa foi realizada pelo o mogno com -23,05% e para a Acácia, com -36,13%. Segundo Malavolta (2006), o S é um elemento de baixa mobilidade, no entanto Larcher (2000) afirma que esse elemento quando ligado a substâncias orgânicas, possui boa facilidade de transporte, mas quando presente na forma de íon apresenta mobilidade restrita.

De fato as espécies florestais possuem características intrínsecas e diferenciadas quanto ao seu mecanismo interno de redistribuição de nutrientes demonstrando as peculiaridades dos requerimentos nutricionais. Logo, o conhecimento sobre a dinâmica de nutrientes internamente pode servir para aperfeiçoar o arranjo das espécies em plantios misto, ou seja, não é conveniente plantar indivíduos de fava e caroba próximas em solos com baixa disponibilidade de Mg, já que essas espécies não possuem retranslocação desse elemento.

Outro fator importante a ser levado em consideração nos plantios florestais é a possível deficiência dos elementos imóveis como é caso do Ca, e dos pouco móveis, como o Mg e o S, devendo ser adotadas adubações de cobertura com fertilizantes que contenham esses elementos na sua composição.

### 5.3. ALTERAÇÕES EDÁFICAS

#### 5.3.1. Atributos físicos

Os solos das áreas florestais apresentaram um alto teor de argila, sendo classificado como argiloso e muito argiloso (Tabela 8). Esse alto teor de argila é característica típica dos Latossolo Amarelo (Lepsch, 2002).

Tabela 8: Características físicas do solo sob plantio de quatro espécies nativas e uma exótica aos quatro anos de idade, plantadas homoganeamente e de áreas de floresta nativa e pastagem no município de Itacoatiara-AM

Espécies	Profundidade (cm)	Areia grossa 2.00-0.20 mm	Areia fina 0.20-0.05 mm	Areia total 2.00-0.05 mm	Silte 0.05-0.002 mm	Argila >0.002 mm	Textura
		g/kg					
Acacia	0-5	117	48	165	160	675	Muito argiloso
	5-10	117	46	163	127	710	Muito argiloso
	10-30	93	37	131	122	748	Muito argiloso
Caroba	0-5	107	46	153	155	692	Muito argiloso
	5-10	110	45	154	126	719	Muito argiloso
	10-30	94	39	133	156	710	Muito argiloso
Cumarú	0-5	167	76	243	127	630	Muito argiloso
	5-10	160	74	234	123	643	Muito argiloso
	10-30	126	59	185	141	674	Muito argiloso
Fava	0-5	218	98	316	121	564	Argiloso
	5-10	204	99	303	143	555	Argiloso
	10-30	184	88	273	186	538	Muito argiloso
Floresta	0-5	94	51	144	228	628	Muito argiloso
	5-10	108	38	147	168	685	Muito argiloso
	10-30	81	37	118	133	748	Muito argiloso
Mogno	0-5	155	75	230	116	654	Muito argiloso
	5-10	153	70	223	101	675	Muito argiloso
	10-30	119	61	180	153	667	Muito argiloso
Pasto	0-5	637	167	804	58	138	Franco arenoso
	5-10	602	177	779	73	148	Franco arenoso
	10-30	487	181	656	94	238	Franco argilo arenoso

A área sob pastagem foi o único tratamento que apresentou característica textural diferenciada, com maior quantidade de areia e menor de argila, sendo as duas primeiras profundidades classificadas como Franco arenoso e a última profundidade como Franco argilo arenosa. Essa diferença pode ter ocorrido devido à técnica de manejo da pastagem, que consiste apenas na queima e na limpeza ocasional da pastagem retirando alguns arbustos invasores. O maior teor de areia nas duas primeiras profundidades pode ter sido ocasionado pelo pisoteio do gado, acelerando o processo de erosão laminar, favorecendo a remoção seletiva das partículas de granulométrica mais fina (argila).

### **5.3.2. Atributos químicos**

Ao avaliar os valores de pH do solo sob os diferentes usos, foi verificada diferença significativa entre as áreas ( $F=18.225$ ;  $p<0,001$ ), sendo observados os maiores valores na área de pasto, sendo estatisticamente igual a áreas plantadas com caroba (Tabela 9). Com valores intermediários e estatisticamente iguais ao da caroba aparecem as outras áreas de plantio, e a floresta natural com os menores valores de pH, sendo esse os solos mais ácidos, e diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 9).

Não houve grande variação nos valores de pH a medida que as coletas de solos foram realizadas nas amostras mais profundas do solo (10-30 cm) (Tabela 9).

O solo sob floresta nativa foi o que apresentou menor valor de pH. Já que não recebeu nenhuma intervenção antrópica mantendo as suas características químicas do solo o mais natural possível. E que em áreas de elevados índices pluviométricos, ocorre a lixiviação dos cátions de caráter básico do complexo de troca, com Ca, Mg, K e Na, e conseqüente acúmulo de cátions de natureza ácida com  $Al^{3+}$  e  $H^+$  elevando desse modo a acidez do solo (Souza *et al.*, 2007). Já o pH nas áreas de plantio foi influenciado pela calagem realizada antes do plantio, que contribuiu para a elevação do pH do solo tornando o menos ácido.

Apesar de existir uma forte ligação entre os valores de matéria orgânica do solo e os valores de pH, onde um aumento nos valores de pH do solo a medida que aumenta o teor de matéria orgânica e carbono do solo, fato observado por Moreira & Costa (2004), estudando a dinâmica da matéria orgânica em clareiras geradas pela exploração de petróleo na Amazônia Central. Esse comportamento não foi observado no presente estudo, já que na área de floresta nativa onde foram verificados os maiores valores de carbono e matéria orgânica diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela



9), também foi a área que apresentou o solos mais ácidos. E a pastagem com os menores valores de C e MOS (Matéria Orgânica do Solo) apresentou o pH do solo mais básico.

Em relação ao alumínio do solo, os maiores valores foram verificados para a área de floresta nativa com maiores concentrações em todas as profundidades avaliadas. Como a floresta nativa representa o nível de fertilidade natural do solo, pode se verificar que o solo apresenta elevado teor de alumínio principalmente nas duas primeiras profundidades, sendo estatisticamente diferente das demais áreas (Tabela 9). O elevado teor de alumínio no solo é um dos atributos que caracteriza os Latossolos com predomínio de argilas 1:1 (caulinita) e oxihidróxidos (gibbsita) na fração argila (Viera & Santos, 1987).

Os solos sob plantio de caroba e cumaru foram os que apresentaram os menores valores de alumínio entre as espécies do plantio, no entanto não houve diferença estatística entre os plantios nas diferentes profundidades (Tabela 9).

Um dos fatores que influenciaram os menores valores de alumínio nas áreas de plantio e pastagem (Tabela 9) foram as práticas culturais utilizadas, como a calagem realizada nas áreas de plantio, e as queimas periódicas da pastagem, que contribui para o fornecimento de bases (Ca e Mg), diminuindo os valores de  $Al^{+3}$  nos solos, que em altos valores torna se prejudicial ao crescimento vegetal (Sousa *et al.*, 2007).

A área de caroba se destaca novamente entre as espécies florestais plantadas, sendo que a diferença entre os valores percentuais de saturação por alumínio entre esta área, que apresentou os menores valores de M, e a área da fava – arara - tucupi onde ocorreram os maiores valores de M foi cerca 92% superior. Mesmo não possuindo os maiores valores de Ca e Mg nas folhas recém caídas (Tabela 7) os maiores valores na área de caroba, pode estar relacionado ao aporte de outras frações da serapilheira com galhos, flores, frutos e outros e a fatores quantitativos ligados a produção de serapilheira.

Pode se verificar que o aporte de serapilheira influenciou na diminuição dos valores de M nas camadas mais superficiais do solo, já que os valores de M foram crescentes em profundidade e os valores de MOS decresceram no mesmo sentido (Tabela 9).

Dentre as espécies florestais plantadas, a área com caroba foi a que apresentou os maiores valores de C e MOS sendo estatisticamente igual às outras áreas na profundidade de 0-5 cm (Tabela 9). Já nas profundidades de 5-10 cm e 10-30 cm os

valores de carbono das áreas de caroba e mogno foram estatisticamente iguais ao da floresta nativa.

Em áreas de plantio florestal no sul da Bahia cujas condições climáticas vegetação fisionomicamente muito semelhante a da Floresta Amazônia Gama Rodrigues *et al.* (1999) encontraram os maiores valores de C em área de plantio misto ( $56,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) e em plantios puros com *Cordia trichotoma* ( $53,4 \text{ g kg}^{-1}$ ) na profundidade de 0-5 cm em agregados maiores que 1 mm.

Esse resultado demonstra a grande dependência do fornecimento de C ao solo via deposição de serapilheira. O maior aporte de C na área de floresta nativa deve-se em parte a grande complexidade florística encontrada na área de mata nativa, que forneceu uma serapilheira em quantidade e qualidade diferente. Argumento semelhante foi utilizado por Gama Rodrigues *et al.* (1999) para explicar os maiores valores de C para os plantios mistos em relação a plantios homogêneos.

Os valores da CTC efetiva (t) e CTC a pH 7,0 (T) mostraram tendência semelhante aos valores de C e MOS, com decréscimo dos valores em profundidade e maiores valores de t e T encontrados na área de floresta nativa (Tabela 9). Comportamento semelhante foi relatado por Araújo *et al.* (2007) ao comparar os atributos químicos do solo em diferentes usos e sob cerrado nativo, onde foi observado decréscimo gradativo em profundidade, sendo encontrado os maiores valores de T em áreas de Cerrado nativo com valores de  $11,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na profundidade de 0-5 cm. Nesse trabalho também foi avaliada a CTC em área de reflorestamento com Pínus que apresentou valores de  $T=7,77 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na profundidade de 0-5 cm.

Há muito tempo se conhece a importância da MOS e sua influencia nos valores de CTC dos solos contribuindo com 20 – 90 % da CTC das camadas superficiais de solos minerais e, praticamente toda a CTC de solos orgânicos. Em solos tropicais com cargas predominantemente variáveis, dependente de pH, em estágio avançado de intemperismo com a fração argila dominada por caulinita e oxihidróxidos de Fe e Al, a contribuição da MOS é maior (Silva & Sá Mendonça, 2007). Tamaña importância da MOS em ecossistemas florestais da Amazônia que Sioli (1985) definiu muito bem essa importância ao afirmar que “as floresta amazônicas vivem apenas sobre o solo, mas não do solo” reforçando o papel da ciclagem biogeoquímica via aporte de material decíduo.

Em relação ao nitrogênio, os maiores valores no solo foram verificados na área de floresta natural, sendo estatisticamente igual às concentrações na área de caroba na profundidade de 0-5 cm (Tabela 9). Nos solos sob *Acacia mangium*, juntamente com o

mogno, observou-se o segundo grupo com maiores valores de nitrogênio, sendo que os valores desse elemento encontrado sob solo dessas duas espécies foram estatisticamente iguais aos valores obtidos para a caroba. No terceiro grupo de espécies, se encontram duas leguminosas não fixadoras de nitrogênio, cumaru e fava, e por último aparecem o solo sob pastagem (Tabela 9).

Nas profundidades 5-10 cm e 10-30 cm, não houve grande variação na concentração de nitrogênio entre os tratamentos, com destaque para a caroba e floresta nativa, que também foram estatisticamente iguais aos valores de N verificados nos solos sob o mogno e cumaru nas duas profundidades, e estatisticamente igual aos valores da acácia apenas na segunda profundidade, o pasto com os menores valores e a fava com valores intermediários (Tabela 9).

Os altos teores de nitrogênio sob o solo do plantio de caroba se igualam estatisticamente em termos percentuais de nitrogênio ao solo sob floresta nativa, sugerindo que mesmo não sendo uma espécie fixadora de nitrogênio essa espécie possui um mecanismo eficiente de absorção de nitrogênio, já que apresentou os maiores teores de nitrogênio nas folhas caídas ( $17,71 \text{ g kg}^{-1}$ ).

Já a *Acacia mangium* que é uma das espécies florestais com reconhecida capacidade de fixação biológica do nitrogênio atmosférico através da associação com rizóbio, que contribui com aporte de  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de nitrogênio ao solo, não teve refletido em teores de nitrogênio do solo a elevada quantidade de nitrogênio nas folhas verdes (Tabela 7). Mesmo possuindo elevada quantidade de nitrogênio nas suas folhas e grande produção de serapilheira acumulada sobre o piso florestal (Figura 13) a espécie não ocupou posição de destaque entre as espécies para todas as profundidades (Tabela 8). Esse resultado deve-se ao maior tempo de decomposição da sua serapilheira e liberação dos nutrientes, devido a elevada concentração de polifenóis nas folhas caídas sobre o piso florestal, que dificulta a ação da fauna do solo na sua decomposição (Costa *et al.*, 2004).



Figura 13: Acumulo de serapilheira sobre o solo em plantio de *Acacia mangium*.

O fósforo foi o único elemento químico do solo que não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos na profundidade de 0-5 cm. Para esse elemento houve uma pequena variação nos valores de P encontrados entre os tratamentos nas duas profundidades subseqüentes, diferindo estatisticamente apenas entre os valores obtidos no plantio de mogno e os encontrado na floresta e pastagem (Tabela 9).

Apesar das concentrações de P do solo serem consideradas baixas (Tabela 9), esses são valores característico de Latossolos Amarelo na região Amazônica (Sanchez & Salinas, 1981), que além dessa característica de baixa disponibilidade de P, possui alta capacidade de adsorver o P inorgânico, devido aos elevados percentuais de argila e oxidróxidos de ferro e de alumínio (Novais *et al.*, 2007).

Tabela 9: Valores médios de pH em água, alumínio, acidez potencial, percentual de saturação por alumínio, capacidade de troca de cátions potencial do solo, capacidade efetiva de troca de cátions do solo, carbono orgânico, matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, soma de bases e de saturação por bases, no solo sob diferentes usos (plantios florestal, floresta nativa e pastagem) em três profundidades (0-5 cm, 5-10 cm e 10-30 cm), no município de Itacoatiara-AM

Espécies	pH	Al	H+AL	M	T	t	C	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	SB	V
	H <sub>2</sub> O	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	%	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	%
<b>Profundidade 0-5 cm</b>															
Acacia	4,17b	1,35b	9,31b	59,90ab	10,19b	2,23ab	27,22b	46,81b	1,93bc	3,66a	24,00b	0,51ab	0,29ab	0,88abc	8,78ab
Caroba	4,65ab	0,86bc	9,16b	38,05bc	10,66b	2,36ab	31,35b	53,92b	2,28ab	4,33a	28,00ab	1,00a	0,41a	1,49a	13,99a
Cumaru	4,49b	1,12bc	9,14b	50,62b	10,24b	2,22ab	27,58b	47,45b	1,87c	5,00a	30,33ab	0,64a	0,36a	1,09ab	10,75ab
Fava	4,34b	1,35b	9,03b	73,18ab	9,53bc	1,85bc	23,38b	40,22b	1,68c	4,33a	21,33b	0,18b	0,24ab	0,49bc	5,20ab
Mogno	4,37b	1,21b	8,71b	62,39ab	9,44bc	1,93bc	27,62b	47,52b	1,96bc	5,00a	35,00a	0,31b	0,31ab	0,73bc	7,70ab
Floresta	3,66c	2,41a	12,98a	89,56a	13,27a	2,70a	42,01a	72,26a	2,36a	3,66a	24,66b	0,06b	0,11b	0,28c	2,14b
Pasto	5,00a	0,58c	6,13c	43,59b	7,09c	1,54c	13,21b	22,72c	0,91d	5,33a	11,66c	0,72ab	0,19b	0,95abc	14,01a
<b>Profundidade 5-10 cm</b>															
Acacia	4,14b	1,30b	7,46b	72,91a	7,94b	1,78b	19,61b	33,73b	1,26ab	3,33ab	16,66b	0,23b	0,18ab	0,47b	5,99abc
Caroba	4,51ab	0,95bc	7,46b	51,51b	8,38ab	1,88ab	23,53a	40,47a	1,58a	4,00ab	22,66a	0,56a	0,29ab	0,92a	11,03a
Cumaru	4,44b	0,99bc	7,37b	55,72b	8,15b	1,78b	19,29b	33,18b	1,29ab	3,66ab	21,00ab	0,44ab	0,28a	0,78ab	9,65ab
Fava	4,25b	1,26b	7bc	79,89a	7,32bc	1,58b	17,62bc	30,31b	1,07b	3,66ab	17,33b	0,10b	0,16ab	0,32b	4,36bc
Mogno	4,29b	1,25b	7,77b	72,66ab	8,26b	1,74b	21,89ab	37,65ab	1,63a	4,33a	23,33a	0,20b	0,21ab	0,48b	5,77abc
Floresta	3,73c	1,89a	9,28a	91,64a	9,46a	2,06a	25,39a	43,67a	1,65a	2,33b	15,00b	0,04b	0,06b	0,17b	1,83c
Pasto	4,85a	0,66c	5,79c	55,51b	6,30c	1,173c	11,16c	19,20c	0,81c	3,00b	8,66c	0,36b	0,12ab	0,51b	8,63ab
<b>Profundidade 10-30 cm</b>															
Acacia	4,32bc	0,93ab	5,04ab	85,72a	5,20ab	1,09bc	9,61bc	16,53bc	0,9b	1,33ab	6,66bc	0,05bc	0,07b	0,15b	3,02b
Caroba	4,48ab	0,79b	4,62b	63,95bc	5,09b	1,25a	12,12a	20,85a	1,04ab	1,66ab	12,66ab	0,25a	0,17a	0,46a	9,71a
Cumaru	4,5ab	0,80b	5,07ab	66,48b	5,47ab	1,19ab	10,28b	17,69b	0,97ab	1,66ab	9,00b	0,20ab	0,16ab	0,39ab	7,18ab
Fava	4,37bc	0,96ab	5,31ab	80,86ab	5,54ab	1,19ab	10,16b	17,48b	0,84b	1,66ab	11,33ab	0,07bc	0,11ab	0,23b	4,11b
Mogno	4,31bc	1,02ab	5,58a	82,14ab	5,80ab	1,24ab	11,73a	20,17a	0,96ab	2,00a	15,33a	0,08bc	0,09ab	0,22b	3,83b
Floresta	4,12c	1,16a	5,80a	91,19a	5,92a	1,28a	12,67a	21,80a	1,09a	1,00b	7,33bc	0,03c	0,04b	0,11b	1,89b
Pasto	4,68a	0,82b	5,19ab	86,07a	5,32ab	0,95bc	8,51c	14,65c	0,60c	2,00a	4,00c	0,07bc	0,04b	0,12b	2,46b

Para cada profundidade, as médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de LSD (P<0,05).

Fazendo uma média total englobando todos os tratamentos para os valores de P nas três profundidades (somando os valores de P por profundidade independente do tratamento), verifica-se que existe 29% de diferenças entre as profundidades 0-5 cm e 5-10 cm, e entre a profundidade 5-10 cm e 10-30 cm essa diferença foi de 115%. Essa grande diferença entre os valores percentuais é atribuída ao aporte de serapilheira no piso florestal, que segundo Novais *et al.* (2007) é na camada superficial do solo que as árvores adquirem o P necessário para o seu crescimento, logo que ocorre a decomposição da serapilheira ou da fase orgânica sem dar chances a imobilização do P por processo de adsorção.

Avaliando os valores da Soma de Bases Trocáveis (SB) que representa a soma das três principais bases do solo ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{K}^{+}$ ), verificou-se que os maiores valores nas três profundidades ocorreram nos solos sob plantio de caroba e cumaru, sendo os valores estatisticamente iguais nas três profundidades, e estatisticamente iguais aos valores encontrados para a área de plantio de acácia e pasto, na profundidade de 0-5 cm, situação não verificada nas outras profundidades. Os menores valores de SB foram encontrados no solo sob floresta na profundidade de 0-5 cm, que foi estatisticamente igual aos outros tratamentos, com exceção da caroba e cumaru nessa profundidade (Tabela 9).

Comparando os valores SB verificados nos solos sob os plantios, com os resultados encontrados para essa variável, por Bueno *et al.* (2000) que avaliou a contribuição de diferentes espécies florestais nas mudanças químicas do solo na profundidade 0-20 cm em áreas de plantio aos 3 anos de idade no município de Iranduba-AM, revelou que as espécies florestais possuem capacidade diferenciada de provocar mudanças nos valores de SB já que os autores encontraram valores entre 0,21 a 2,05  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ .

Mesmo as espécies contribuindo diferenciadamente para os valores de SB, os solos da região são considerando de baixa fertilidade, já que um dos parâmetros para avaliar a fertilidade do solo é baseado no valor percentual de Saturação por Bases da CTC a pH 7,0 (V%), que reflete quantos por cento dos pontos de troca de cátions potencial do complexo sortivo do solo estão ocupados por bases (Lopes & Guimarães Guilherme, 1992), que de acordo com os autores para que o solo seja considerado fértil esse valor deveria ser superior a 50% (deve-se ressaltar que esse valor é considerado para cultivos agrícolas).

Dentre as bases o potássio ( $K^+$ ) que é um dos nutrientes do solo mais importante para a produção florestal, já que em estudos de exportação de nutrientes esse elemento é um dos mais abundantes no tronco das árvores (Caldeira *et al.*, 2002). O K foi encontrado em maiores concentrações no solo sob plantio de mogno, e com valores estatisticamente iguais aos observados no solo sob caroba e cumaru, sendo que para essas duas espécies não foram verificadas diferenças estatísticas aos encontrados nas outras formações florestais, diferenciando - se apenas da área de pastagem na profundidade de 0-5 cm (Tabela 9).

O Ca e Mg são duas bases de grande importância na correção e fertilização dos solos, devido ao seu poder de tamponamento, diminuindo o  $Al^{+3}$  e aumentando o pH (Sousa *et al.*, 2007). Esses dois elementos apresentaram comportamento similar no solo em termos de distribuição e contribuição por tratamento, com destaque novamente para a área com caroba que apresentou os maiores valores para os dois elementos em todas as profundidades (Tabela 9).

A calagem realizada antes do plantio contribuiu para elevar os valores de Ca e Mg do solo, já que os valores encontrados na área de floresta nativa foram inferiores aos valores verificados no solo sob plantio (Tabela 9).

De fato as espécies possuem habilidades diferenciadas de modificar as características químicas do solo, fator que deve-ser levado em conta para a escolha da espécie ideal para o uso em plantio, já que aspectos ligados a sustentabilidade da produção florestal associados a bons índices de produtividade tornam se mais importantes a medida que as questões ambientais vem se tornando cada vez mais importante.

## 5. CONCLUSÃO

- O cumaru foi a espécie com maior percentual de sobrevivência com 99%, seguida pelo mogno, fava, acácia e caroba.
- As espécies nativas caroba e fava obtiveram os maiores diâmetros e incremento. A acácia por possuir um maior número de fustes/ha obteve valores intermediários para essa variável. O mogno e o cumaru obtiveram os menores valores.
- A acácia foi a espécie que mais cresceu em altura, estimulada pela maior competição devido ao grande número de fustes. A caroba também obteve rápido crescimento em altura, seguido pela fava, cumaru e o mogno, respectivamente.
- As espécies nativas, cumaru, fava e caroba foram as espécies com maior área de copa, indicando que o uso de espaçamentos reduzidos dependerão de uso de técnicas silviculturais como desbaste. A área de copa da acácia foi influenciada pelo grande número de fuste por hectare ( $5138 \text{ un.ha}^{-1}$ ) que provocou alta competição por luz deixando pouco espaço para o crescimento das copas. Já o mogno teve a sua área de copa influenciada negativamente pelo ataque da *Hypsipyla grandella*.
- A acácia por possuir um maior número de fustes e foi a espécie com maior produção volumétrica ( $207,48 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) acima da média para a região em volume. Dentre as nativas a maior produção foi obtida com a caroba, seguida pela fava, mogno e cumaru. Essas espécies nativas com exceção do mogno possuem potencial para plantios a pleno sol.
- O K, P, N foram nutrientes mais móveis nas plantas, apresentando as maiores taxas de retranslocação. O enxofre apresentou baixa taxa de retranslocação e o Mg não apresentou um padrão, sendo retranslocados em algumas espécies e outras não. Já o Ca mostrou ser imóvel em todas as espécies.
- O gradiente de redistribuição dos nutrientes foram os seguintes:



**Acacia:** P > K > N > S > Mg > Ca (imóvel);

**Cumaru:** P > K > N > S > Mg (imóvel) > Ca (imóvel);

**Fava:** K > P > Mg > N > S > Ca (imóvel);

**Mogno:** P > K > N > S > Ca (imóvel) > Mg (imóvel);

**Caroba:** K > P > N > Mg > S > Ca (imóvel);

- As espécies florestais possuem capacidade diferenciada de melhorar as propriedades químicas do solo, quando comparadas com as áreas de floresta natural e pastagem. Houve influência das práticas de manejo nas propriedades químicas do solo.
- A contribuição das espécies para a melhoria das condições químicas do solo em ordem decrescente (média das três profundidades), foi:

**pH:** pasto > caroba > cumaru > mogno > fava > acacia > floresta

**Carbono:** floresta > caroba > mogno > cumaru > acacia > fava > pasto

**Matéria orgânica:** floresta > caroba > mogno > cumaru > acacia > fava > pasto

**Nitrogênio:** floresta > caroba > mogno > cumaru > acacia > fava > pasto

**Fósforo:** mogno > cumaru > pasto > caroba > fava > acacia > floresta

**Potássio:** mogno > caroba > cumaru > fava > acacia > floresta > pasto

**Cálcio:** caroba > cumaru > pasto > acacia > mogno > fava > floresta

**Magnésio:** caroba > cumaru > mogno > acacia > fava > pasto > floresta

**Alumínio:** floresta > acacia > fava > mogno > cumaru > caroba > pasto

**Acidez potencial:** floresta > mogno > acacia > cumaru > fava > caroba > pasto

**Saturação de bases:** caroba > cumaru > pasto > acacia > mogno > fava > floresta

**CTC efetiva:** floresta > caroba > cumaru > acacia > mogno > fava > pasto

**CTC:** floresta > caroba > cumaru > mogno > acacia > fava > pasto

**Percentual de saturação por bases:** caroba > cumaru > pasto > acacia > mogno > fava > floresta

**Percentual de saturação por alumínio:** floresta > fava > acacia > mogno > pasto > cumaru > caroba

- As espécies caroba e mogno apresentaram potencial para a melhoria das propriedades químicas do solo, principalmente para os valores de matéria orgânica e carbono do solo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez V., V. H. ; Roscoe, R. ; Kurihara, C. H. ; Pereira, N. F. 2007. *Enxofre*. In: Novais, R. F. Alvarez, V. H., V., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R. B. Neves, J. C. L.. (Org.). Fertilidade do Solo. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p. 595-644.
- Araújo, R., Goderte, W. J., Lacerda, M. P. C. 2007. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:1099-1108.
- Attiwill, P.M., Guthrie, H.B., Leuning, R. 1978. Nutrient cycling in a *Eucalyptus oblique* (L'Herit) forest. I. Litter production and nutrient return. *Australian Journal of Botany*, Melbourne, v.261, p.79-91.
- Azevedo, C. P.; Rossi, L. M. B.; Atayde, C. M.; Lima, R. M. B. 2002. Caracterização da Biomassa e de Propriedades Tecnológicas de Espécies Florestais com Potencial para Produção de Energia. Embrapa (publicação interna).
- Bacha, C. J. C. & Barros, A. L. M. 2004. Reflorestamento no Brasil: evolução recente e perspectiva para o futuro. *Scientia Forestalis*, n 66, p. 191-203.
- Balieiro, F. De C.; Dias, L. E.; Franco, A. A.; Campello, E. F. C.; Faria, S. M. de. 2004. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65.
- Balloni, E. A.; Simões, J. W. O espaçamento do plantio e suas implicações silviculturais. Piracicaba: IPEF, 1980. 16 p. (Série Técnica, 3).
- Barbosa, A. P.; Campos, M. A. A.; Sampaio, P. T. B.; Nakamura, S.; Gonçalves, C. Q. B. 2003. O crescimento de duas espécies florestais pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma lagopus*) e caroba (*Jacaranda copaia*), usadas para recuperação de áreas degradadas pela agricultura na Amazônia central, Brasil. *Acta Amazônica* 33(3) 477-485.
- Barros, N. F.; Novais, R. F. (Eds.) Relação solo-eucalipto. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.
- Bellote, A. F. J. & Silva, H. D. 2000. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus spp.* In: Gonçalves, J.L.M., Benedetti, V. (ed.) Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, p.221-267.
- Borém, A.; Miranda, G. V. 2005. Melhoramento de Plantas. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, v. 1. 525 p.
- BRACELPA (Associação brasileira de celulose e papel). 2005. *Relatório anual*.
- Brasil. 1998. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. *Instrução Normativa n. 06, de 28/12/1998*. Brasília, DF, 5p.

- Bueno, N., Lima, R. M. B., Azevedo, C. P. 2000. Contribuição de espécies florestais para fins energéticos sobre algumas características químicas de um podzólico amarelo impactado por usos anteriores no município de Iranduba-AM. Embrapa Instruções técnicas. 6p.
- Burley, J.; Wood, P. J. 1976. A manual on species and provenances research with particular reference to the tropics. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 226p.
- Caldeira, M. V. W. 1998. Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de Acácia-negra (*Acácia mearnsii* De Wild.). Santa Maria: UFSM, 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais).
- Caldeira, M.V.W. ; Pereira, J. C.; Schumacher, M. V. 1999. Comparação entre as concentrações de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild.. Revista *Árvore*, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 489-492.
- Caldeira, M.V. W. ; Schumacher, Mauro Valdir. 2002. Teor e redistribuição de nutrientes nas folhas e nos galhos em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. (Acácia-negra). *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, PR, n. 45, p. 69-88.
- Caldeira, M.V.W.; Rondon Neto, R.M.; Schumacher, M.V.; Watzlavick, L.F. 2002. Exportação de nutrientes em função do tipo de exploração em um povoamento de *Acacia mearnsii* de wild. *Floresta e Ambiente*, v. 9, n.1, p. 97- 104.
- Carmo, D.N.; Resende, M. & Silva, T.C.A. 1990. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: Barros, N.F.; Novais, R.F. (eds.) *Relação solo-eucalipto*. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, p.25-98.
- Centro Agronomico se Investigacion Y Enseñanza. 1992. *Mangium (Acacia mangium)*: especie de arbol de uso múltiple em América Central. Catie. Turrialba, C.R. 58 p. (Catie.Série técnica. Informe técnico, 196)
- Chanto, L. R. 1999. Análise de crescimento de *Caoba (Swietenia macrophylla King)* associada com três diferentes espécies de *Ingá spp.* em la region tropical húmeda da Costa Rica. Escuela de agricultura de la region tropical húmeda (EARTH). Monografia, 60 p.
- Costa, G. S.; Franco, A. A. ; Damasceno, R N ; Faria, S. M. 2004. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, p. 919-927.
- Dechen, A.R.; Nachtigall, G.R. 2007. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: Novais, R. F. Alvarez, V. H., V., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R. B. Neves, J. C. L.. (Org.). *Fertilidade do Solo*. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 91-132.
- Embrapa. 1997. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, RJ. 212p.

- Falcão, N. P. S. ; Silva, J. R. A. 2004. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. *Acta Amazônica*, Amazonas, v. 34, n. 3, p. 337-242.
- Falesi, I. C.; E. S. Cruz; F. B. Pereira & E. C. Lopes. 1969. Os solos da área Manaus-Itacoatiara. Secretaria de Estado da Produção, Estado do Amazonas – Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (IPEAN). *Série Estudos e Ensaio I*. 117 pp.
- Franco, A. A.; Campelo, E.F.; Silva, E.M.R. 1992. Revegetação de solos degradados. Rio de Janeiro: EMBRAPA/ CNPDS, 9p. (Comunicado técnico, 9).
- Galeão, R. G ; Carvalho, J. O. P. ; Yared, J. A. G. ; Marques, L. C. T. ; Costa Filho, P. P. 2006. Diagnóstico dos projetos de reposição florestal no Estado do Pará. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 45, p. 101-120.
- Galiana, A.; Balle, P.; Kanga, A.N.G.; Domenach, A.M. 2002. Nitrogen fixation estimated by the <sup>15</sup>N natural abundance method in *Acacia mangium* Willd. inoculated with *Bradyrhizobium* sp. and grown in silvicultural conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, v.34, p.251-262.
- Gama-Rodrigues, A. C. ; Barros, N. F.; Comerford, N. B. 2007. Biomass and Nutrient Cycling in Pure and Mixed Stands of Native Tree Species in Southeastern Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 287-298.
- Gama-Rodrigues, A. C.; Barros, N. F.; Mendonça, E. S. 1999. Alterações Edáficas sob Plantios Puros e Misto de Espécies Florestais Nativas do Sudeste da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 581-592.
- Gonçalves, B.S. 2005. O Compromisso das Empresas com o Meio Ambiente – Agenda Ambiental das Empresas e a Sustentabilidade da Economia Florestal. São Paulo: Instituto Ethos, 48p.
- Gonçalves, J. L. M. & Benedetti, V. (Orgs.). 2000. Nutrição e Fertilização Florestal. 1. ed. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, v. 1. 427 p.
- Green, M. 2004. Avaliação nutricional e fatores de sítio do solo em plantios de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lamb., Urb.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) sobre áreas degradadas na Amazônia Central. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais), INPA/UFAM, Manaus, Amazonas, 132p.
- Guimarães Neto, A. B. ; Felfili, J. M. ; Silva, G. F. ; Mazzei, L. ; Fagg, C. W.; Nogueira, P. E. 2004. Avaliação do plantio homogêneo de mogno, *Swietenia macrophylla* King, em comparação com o plantio consorciado com *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, após 40 meses de idade. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, p. 777-784.
- Ladeira, H. 2002. Quatro décadas de Engenharia Floresta no Brasil. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 207p.

- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e perspectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Dt. Ges Fur Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn. Tradução de Guilherme de Almeida - Seda e Gilberto Calcagnotto - Rossdorf: Tz - Verl.-Ges.
- Larcher, W. 2000. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos: Editora RIMA. 531p.
- Lepsch, I, F. 2002. Formação e Conservação dos Solos. São Paulo, Oficina de Textos, 178p.
- Lima, H. N. 2001. Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental. Tese (Doutorado em Ciência do Solos ), UFV, Viçosa, Minas Gerais, 176p.
- Lopes, A. S & Guidolin, J. A. 1992. Interpretação de Análise de Solo - Conceitos e Aplicações -3º Edição. 51p.
- Loureiro, A.; Silva, M. F.; Alencar, J. C. 1979. Essências madeireiras da Amazônia. Manaus: INPA, v. 1.
- MACHADO, M. R.; PIÑA- RODRIGUES, F. C.M.; PEREIRA, M. G. 2008. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. Rev. Árvore, Viçosa, v. 32, n. 1.
- Mackey, M. 1996. *Acacia mangium*: Un árbol importante para llanuras tropicales. Hoja Informativa FACT 96-01S, Arizona, USA, 4 p.
- Magalhães, L. M. S. & Blum, W. B. H. 1999. Concentração e distribuição de nutrientes nas folhas de espécies florestais, na Amazônia Ocidental. Rev. Floresta e Ambiente, v. 6, n. 1, p. 127-137.
- Malavolta, E. 2006. Manual de Nutrição Mineral de Plantas. 1. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres,. v. 1. 638 p.
- Marinho,N. F.; Caproni,A. L.; Francoll,A.A.; Berbaral,R.L.L. 2004. Respostas de *Acacia mangium* Willd e *Sclerolobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia. *Acta Botânica Brasileira* vol.18 no.1
- Melo, J. E.; Carvalho, G. M.; Martins, V. A. 1989. Espécies de madeiras substitutas do mogno. Manaus: IBAMA, 16p. (Série Técnica, 6).
- Miranda, E. M. ; Valentim, J. F. 2000. Desempenho de Doze Espécies Arbóreas Nativas e Introduzidas com Potencial de Uso Múltiplo no Estado do Acre, Brasil. *Acta Amazônica*, Manaus, AM, v. 30, n. 3, p. 471-480.
- Molinaro, L.C. 2005. Função Ecológica de Espécies arbóreas (*Vismia guanensis*, *Inga edulis* e *Inga sp.*) na sucessão Vegetal em Áreas Degradadas pela Exploração

- Petrolífera, na região de Urucu (AM). Dissertação de Mestrado. INPA. Manaus AM. 81p.
- Moreira, A.; Costa, D. G. 2004. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 10, p. 1013-1019.
- Mota, M. S. S. 1997. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais no município de Manacapuru (AM). 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Universidade Federal do Amazonas (UFAM)/Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus.
- Novais, R. F. ; Smyth, J. T. ; Nunes, F. N. 2007. *Fósforo*. In: Novais, R. F. Alvarez, V. H., V., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R. B. Neves, J. C. L.. (Org.). Fertilidade do Solo. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. , p. 471-550.
- Novais, R.F.; Barros, N.F.; Neves, J.C.L. 1990. *Nutrição mineral de mudas de eucalipto*. In: Barros, N.F.; Novais, R.F. (eds.) Relação solo-eucalipto. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, p.25-98.
- Paiva, H. N. & Vital, B. R. 2003. Escolha da espécie florestal. Viçosa UFV, 42p.
- Paula, R. C.; Pires, I. E.; Borges, R. C. G.; Cruz, C. D. 2002. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 2, p. 159-165.
- Pezzatto, A. W. ; Wisniewski, C. 2006. Produção de serapilheira em diferentes seres sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual no oeste do Paraná. *Floresta*, v. 36 n.1, p. 111-120.
- Pitt, J. 1969. Relatório ao Governo do Brasil sobre a aplicação de métodos silviculturais a algumas espécies da Amazônia. Belém, SUDAM, 245p.
- PPI - Potash and Phosphate Institute. 1995. *International Soil Fertility Manual*. Tradução: Lopes, A. S. 253p.
- Reis, M. G. F.; Barros, N. F. 1990. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: Barros, N. F.; Novais, R. F. (Eds.) Relação solo-eucalipto. Viçosa: Folha de Viçosa, p. 265-301.
- Rodrigues, T. E.; I. K. Morikawa; R. S. Dos Reis & I. C. Falesi. 1971. Solos do Distrito Agropecuário da SUFRAMA (Trecho: km.30-km. 79- Rod. BR-174). Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária da Amazônia Ocidental. Manaus-Amazonas. *IPEAAOc. Série: Solos. 1(1): 1-99*
- Saa, H. J. 1999. Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla King*) en Mesoamérica: Revisión bibliográfica. Centro Científico Tropical. PROARCA/CAPAS. 67p.

- Sabogal, C. ; Almeida, E. ; Marmillod, D. ; Carvalho, J. O. P. 2006. *Silvicultura na Amazônia brasileira: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria dos sistemas*. 1. ed. Belém: Embrapa - CIFOR, 190 p.
- Salati, E., Ribeiro, M. N. G., Absy, M. L., Nelson, B. W. 1991. *Clima da Amazônia: presente, passado e futuro*. In: *Bases científicas para a estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Val, A. L., Figliolio, R., Feldberg, E. (Eds.) Vol. I. p. 21-36. Manaus-AM, Inpa.
- Sampaio, P. T. B.; Barbosa, A. P. & Fernandes, N. P. 1989. Ensaio de espaçamento com caroba-*Jacaranda copaia* (Albl) D. Don. Bignoniaceae. *Acta Amazônica*. 19 (Único): 383- 389.
- Sanchez, P. A.; Salinas, J. G. 1981. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. *Advances in Agronomy*, New York, v.34, p.279-406.
- Sanchez, P.A.; Cochrane, T.T. 1980. *Soils constraints in relation to major farming systems of tropical America*. International Rice Research Institute, Los Banos. p.106-139.
- Santos, D. R. dos ; Santos, J. C. P. ; Fernandes, V. B. B. ; Mafra, A. L. ; Almeida, J. A. 2003. Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 49-55.
- Santos, R. D.; Lemos, R. C.; Santos; H. G.; Ker, J.C. & Anjos, L. H. C. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.
- Sociedade Brasileira De Silvicultura - SBS. *Fatos e números do Brasil Florestal*, nov. 2006. Disponível em: < <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/SBS-2005.pdf> >. Acesso em: 19 maio 2006.
- Silva, I. R.; Mendonca, E. S. 2007. *Matéria Orgânica do Solo*. . In: Novais, R. F. Alvarez, V. H., V., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R. B. Neves, J. C. L.. (Org.). *Fertilidade do Solo*. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo,, v. 1, p. 275-374.
- Sioli, H. 1985. *Amazônia. Fundamentos de ecologia da maior região de florestas tropicais*. Trad. J. BECKER. Ed. Vozes, Petrópolis. 72 p.
- Soares, C. P. B.; Paula-Neto, F.; Souza, A. L. 2006. *Dendrometria e inventário florestal*. Viçosa: Ed. UFV, 276p.
- Sousa, D. M. G., Miranda, L. N., Oliveira, S. A. 2007. *Acidez do solo e sua correção*. In: Novais, R. F. Alvarez, V. H., V., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R. B. Neves, J. C. L.. (Org.). *Fertilidade do Solo*. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1 , p. 205-274.



- Souza, C. R.; Rossi, M. B.; Azevedo, C. P.; Lima, R. M. B. 2004. Comportamento da *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Ocidental. *Scientia Forestalis*, nº 65, p. 95-101.
- Souza, L. A. G.; Silva, M. F.; Moreira, F. W. 1994. Capacidade de nodulação de cem leguminosas da Amazônia. *Acta Amazônica*, 24 (1/2):9-18.
- Tanaka, A. & Vieira, G. 2006. Autoecologia das espécies florestais em regime de plantio de enriquecimento em linha na floresta primária da Amazônia Central. *Acta Amazônica*, Vol. 36(2): 193 – 204.
- Teixeira, L. B. & Bastos, J. B. Nutrientes nos solos de floresta primária e pastagem de *Brachiaria humidicola* na Amazônia Central. Embrapa/CPATU, Boletim de Pesquisa, 98,31 p.
- Tonini, H. ; Arco - verde, M. F. 2005. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 7, p. 633-638.
- Tonini, H.; Arco-Verde, M. F.; Schwengber, D.; Mourão Junior, M. 2006 Avaliação de espécies florestais em área de mata no estado de Roraima. *Cerne*, Lavras, v. 12, n. 1, p. 8-18.
- Van Leeuwen, J. 2002. Desenvolvimento e Avaliação Participativa de Sistemas Agroflorestais. Brasília: MCT. p.88-93. Disponível em: <<http://www.inpa.gov.br/cpca/johannes/livro-PPD-2000-2003.pdf>>.
- Veloso, H. P.; A. L. Rangel Filho & J. C. A. Lima. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124 pp.
- Vergara, A. J. B. 1997. Aproximación hacia un manejo integrado del barrenador de las meliaceas, *Hypsipyla grandella* (ZELLER). *Revista Forestal Venezolana*, 41(1) - 23-28.
- Vettorazzo, S.C., Poggiani, F., Schumacher, M.V. 1993. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto de três espécies de *Eucalyptus*. In: Congresso Florestal Brasileiro, 7, Congresso Florestal Panamericano1, 1993. Curitiba. Anais... Curitiba, v.2, p.231-234.
- Vieira, L. S. & Santos, P. C. T .C.. 1987. Amazônia: Seus Solos e outros Recursos Naturais. Editora: Agronômica Ceres. 416 p
- Volpato, E.; Schmidt, P. & Araujo, V.C. 1973. Situação dos plantios experimentais na Reserva Florestal Ducke: 1 - doze essências florestais da Amazônia em plantios de enriquecimento. *Acta Amazônica*, Manaus, 3(1): 71-82.
- Wadsworth, F. H. 2000. Producción forestal para América tropical. Washington: USDA, 563 p.