



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE ESTUDOS EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ**

Camila Lima Santos

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO MOGNO (*Swietenia macrophylla*)  
INOCULADO COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NO PROJETO  
DE ASSENTAMENTO ALEGRIA, EM MARABÁ**

Marabá – PA

Março/2016



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE ESTUDOS EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Camila Lima Santos

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO MOGNO (*Swieteniamacrophylla*)  
INOCULADO COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NO PROJETO  
DE ASSENTAMENTO ALEGRIA, EM MARABÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia, do Instituto de Estudo do Desenvolvimento Agrário Regional da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof. Dr. Andréa Hentz de Mello

Marabá – PA

Março/2016

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

**(Biblioteca Josineide Tavares, Marabá-PA)**

---

Santos, Camila Lima Santos

Avaliação do desenvolvimento do Mogno(*Swieteniamacrophylla*) inoculado com fungos Micorrízicos arbusculares no projeto de assentamento Alegria, em Marabá / Camila Lima Santos; Orientador, Andréa Hentz de Mello. – 2016.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Federal do Pará, Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá, 2016.

1. Solos – Conservação – Marabá, (PA). 2. Agricultura familiar – Marabá, (PA). 3. Fungos Micorrízicos - Marabá, (PA). 4. Insumos biológicos. 5. Assentamento rural – Marabá, (PA). 6. Mogno (mudas). I. Mello, Andréa Hentz de. II. Título.

CDD - 22 ed.: 631.4098115

---



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE ESTUDOS EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Camila Lima Santos

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO MOGNO (*Swietenia macrophylla*)  
INOCULADO COM FUNGOS MICORRÍZICOS NO PROJETO DE  
ASSENTAMENTO ALEGRIA, EM MARABÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia, do Instituto de Estudo do Desenvolvimento Agrário Regional da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof. Dr. Andréa Hentz de Mello

Data de defesa: 09 de março de 2016 Banca Examinadora:

---

Profa. Dra. Andréa Hentz de Mello – FCAM -  
UNIFESSPA (Orientadora)

---

Prof. Dr. Diego M. Rodrigues – FCAM -  
UNIFESSPA (Examinador I)

---

Prof. Dr. Rodrigo de Almeida Muniz – FCAMPO -  
UNIFESSPA (Examinador II)

Marabá – PA

Março/2016

## **DEDICATÓRIA**

Dedico a Deus, pelo imenso cuidado e por nunca ter me abandonado nessa trajetória, além de me presentear com uma família que sempre me motivou moralmente e profissionalmente.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela oportunidade de realização de um grande sonho, por ter sido socorro em tempos de aflição, pelo cuidado, livramento e amor incondicional.

Aos meus pais, Elizabete Lima e Elcio Lima, e ao meu irmão Wagner Lima, que muitas vezes abriram mão das próprias necessidades em favor da minha formação, que me corrigiram, aconselharam, oraram e se mostraram presentes em todas as fases da minha vida com muito carinho, amor e dedicação.

A Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará por viabilizar a realização da minha formação acadêmica, com professores que me capacitaram e me fizeram almejar um futuro profissional de sucesso, buscando trabalhar em favor da sociedade com ética e moral.

A minha surpreendente orientadora Andréa Hentz de Mello, a quem sempre serei grata pelas oportunidades, dedicação e compreensão.

Aos solícitos agricultores Manoel Marins, Ana, Manoela e Paulo que me receberam carinhosamente no estágio de campo.

Aos companheiros, Diego Macedo, Luniara Bastos e Júnior Torres, que dedicaram tempo e esforço para a concretização da realização deste trabalho.

Aos meus tios: Bruna Lima, Marcos Elias (em memória), Ronilda Lima, Júlio César Lima e Cintia Lima, pelo apoio e incentivo.

Ao meu amigo Eguinaldo Guimarães, que esteve comigo durante todos esses anos me incentivando para nunca desistir dos meus objetivos, além de me ajudar a alcançá-los.

As minhas amigas, Ingrid Borges, Ludmila Haor, Vanessa David, Rafaela Siqueira, Cristiane Ferreira e Lu Santos, pelo carinho, amor e conselhos.

A FETAEG, pela oportunidade de estágio e ótimas experiências.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que esse sonho se tornasse real.

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2.0 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1 FERTILIDADE DO SOLO NA AMAZÔNIA .....	13
2.2 SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA .....	16
2.3 FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS .....	17
2.4 MOGNO ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) .....	20
<b>3.0 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	21
3.2 PLANTIO DO MOGNO ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) E INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS .....	23
3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PLANTIO DO MOGNO .....	26
3.3.1 Sistema Agroflorestal .....	26
3.3.2 Floresta Secundária .....	27
3.4 COLETA E ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO .....	28
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS .....	29
<b>4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
4.1. ANÁLISE DA SOBREVIVÊNCIA E PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DAS MUDAS DE MOGNO NAS DIFERENTES ÁREAS .....	29
4.2. ANÁLISE MORFOLÓGICA E QUÍMICA DOS SOLOS DAS ÁREAS DE PLANTIO DO MOGNO .....	32
<b>5.0 CONCLUSÕES</b> .....	37
<b>6.0 REFERÊNCIAS</b> .....	37

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1:** Parâmetros de crescimento do mogno aos dezessete meses após o plantio nas diferentes áreas: Safs inoculado; Safs não inoculado; Floresta inoculado; Floresta não inoculado. Média aritmética de 18 plantas de cada tratamento..... 29

**Tabela 2:** Características físicas do solo sob sistema agroflorestal e floresta secundária na profundidade de 0,20m, no estabelecimento agrícola familiar do projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará..... 32

**Tabela 3:** Características químicas do solo sob floresta secundária e sistema agroflorestal na profundidade de 0,20m, em estabelecimento agrícola familiar no Projeto de Assentamento, no sudeste do Pará..... 33

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Mapa de localização do projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará..... 22
- Figura 2:** Evolução da cobertura vegetal no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará..... 22
- Figura 3:** Croqui do plantio de mogno no Sistema Agroflorestal, com e sem inoculação, no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará..... 24
- Figura 4:** Croqui do plantio de mogno na Floresta Secundária, com e sem inoculação, no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará..... 24
- Figura 5:** Avaliações das mudas de mogno no campo e coleta de solos no sistema agroflorestal (A) e na floresta secundária (B), no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará..... 25
- Figura 6:** Coleta de solo para análise química nas áreas de plantio do mogno, no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará..... 27
- Figura 7:** Altura média do mogno inoculado e não inoculado no Sistema Agroflorestal no período de junho de 2013 à dezembro de 2014 após o plantio. PA Alegria- Marabá-PA..... 31
- Figura 8:** Altura média do mogno inoculado e não inoculado na Floresta no período de junho de 2013 à dezembro de 2014 após o plantio. PA Alegria – Marabá – PA..... 31

## RESUMO

Os agricultores familiares da região sudeste do Pará vêm ao longo do tempo discutindo novos sistemas de produção que sejam mais apropriados à sua realidade para a conservação ambiental e sustentabilidade. Dessa forma, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) podem ser usados como estratégia na promoção da conservação ambiental. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento do mogno (*Swietenia macrophylla*), inoculado com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), no Projeto de Assentamento Alegria, localizado em Marabá, sudeste do Pará. As mudas de mogno foram transplantadas aos 120 dias em áreas distintas, sendo na floresta secundária (FS) e em um sistema agroflorestal (SAF). Para a inoculação, foram utilizados fungos micorrízicos da espécie *Glomus clarum*. As mudas foram avaliadas mensalmente quanto à altura, diâmetro do coleto, número de folhas e taxa de sobrevivência. Foram coletadas amostras de solo nas duas áreas de plantios, para a realização da análise química. Todas as variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey 5%. A altura das mudas de mogno inoculadas com fungos micorrízicos no Sistema Agroflorestal, não diferiram estatisticamente das mudas não inoculadas, enquanto que a altura das mudas de mogno inoculadas com os FMAs introduzidas na Floresta, diferiram estatisticamente quando comparadas com as mudas não inoculadas. Observou-se que as mudas de mogno tiveram maior altura no Sistema Agroflorestal onde houve influência da melhor fertilidade do solo independentemente do tratamento de inoculação sugerindo que o mogno não depende da associação micorrízica para o seu desenvolvimento. Em relação ao diâmetro do caule e número de folhas das mudas de mogno, as inoculadas com fungos micorrízicos tiveram maior desempenho tanto no Sistema Agroflorestal como na Floresta diferindo estatisticamente das mudas de mogno não inoculadas. As mudas de mogno apresentaram um bom desenvolvimento quando inoculadas com os fungos micorrízicos arbusculares nos diferentes agroecossistemas, constituindo-se em uma alternativa sustentável de produção de mudas de essências florestais nativas para compor os sistemas agroflorestais e as áreas degradadas de Florestas dos agricultores familiares do PA. Alegria em Marabá – PA.

**Palavras – chave:** Agricultura familiar, sustentabilidade, insumos biológicos

## **ABSTRACT**

Family farmers in the southeastern region of Pará come over time discussing new production systems that are more appropriate to their reality for environmental conservation and sustainability. Thus, the mycorrhizal fungi (AMF) can be used as a strategy in promoting environmental conservation. The objective of this study was to evaluate the development of mahogany (*Swietenia macrophylla*), inoculated with mycorrhizal fungi (AMF), in Settlement Joy Project, located in Maraba, southeast of Pará. The mahogany seedlings were transplanted to 120 days in different areas, and in secondary forest (FS) and in an agroforestry system (SAF). For inoculation, mycorrhizal fungi were used species *Glomus clarum*. Seedlings were assessed monthly for height, stem diameter, leaf number and survival rate. Soil samples were collected in two areas of plantations, for performing chemical analysis. All variables were subjected to analysis of variance and the means compared by 5% Tukey test. The height of mahogany seedlings inoculated with mycorrhizal fungi in Agroforestry System, were not statistically different from the non-inoculated seedlings, while the height of mahogany seedlings inoculated with the AMF introduced in the Forest, statistically different compared with the seedlings not inoculated. It was observed that the mahogany seedlings had greater height in Agroforestral system where there influences the best soil fertility independently of the inoculation treatment suggesting that mahogany not dependent on the mycorrhizal association for their development. Regarding the stem diameter and number of leaves of mahogany seedlings inoculated with mycorrhizal fungi had higher performance both in the Agroforestry System as the Forest statistically different from uninoculated mahogany seedlings. Mahogany seedlings showed a good development when inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi in different agro-ecosystems, thus becoming a sustainable alternative production of native forest species seedlings to compose agroforestry and degraded areas Florestasdos family PA farmers. Joy in Maraba - PA.

**Keywords:** family farming, sustainability, organic inputs

## 1.0 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade dos sistemas ecológicos tem como suporte três pilares: a biodiversidade, a ciclagem de nutrientes e o fluxo de energia. Dessa forma, para manter o solo produtivo, qualquer sistema deve incluir o maior número possível de espécies vegetais em um mesmo cultivo ou em sucessão, manter altos níveis de matéria orgânica juntamente com alta diversidade da vida no solo, e ser o mais eficiente possível na utilização de água, luz e nutrientes (FRANCO; RESENDE; CAMPELLO, 2001). A remoção da floresta ou qualquer outra vegetação natural inicia o processo de perda de matéria orgânica do solo. A atividade agrícola com ênfase na monocultura, na região sudeste do Pará, mais especificamente nos projetos de Assentamento da Agricultura Familiar, tem sido um fator de aceleração desta degradação, geralmente causada pelo uso do fogo e superpastejo da vegetação (HENTZ et al.,2011).

Segundo Gliessman (2001), quando o solo é compreendido como um sistema vivo, dinâmico e integrante do ecossistema, o manejo para a sustentabilidade torna-se um processo sistêmico, visão totalmente antagônica e preconizada pelos difusores do pacote tecnológico oriundo da revolução verde.

A reação da natureza às mais diversas alterações na vegetação dá-se de forma bastante intensa, principalmente em regiões tropicais, uma vez que água e temperatura não são fatores limitantes (NEPSTAD et al., 1991). Contudo, em locais onde ocorre a degradação do solo, a ausência de matéria orgânica faz com que estas apresentem baixa resiliência, ou seja, a reação ambiental para retorno as condições anteriores pode não ocorrer ou ser muito lenta (CARPANEZZI et al., 1990).

Os agricultores familiares, particularmente dos assentamentos rurais da reforma agrária, vêm ao longo do tempo discutindo novos sistemas de produção no meio rural, que sejam mais apropriados à sua realidade para a conservação ambiental. Nesse sentido, têm-se buscado a construção de sistemas de produção com base agroecológica, diversificados, incorporando a segurança alimentar, assim como à conservação da biodiversidade (SANTOS et al.,2009). Dessa forma, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) podem ser usados como estratégia na promoção da conservação ambiental.

Segundo Filho e Cardoso (2000), as micorrizas arbusculares, que são associadas às raízes das plantas, atuam no aumento da absorção de P e de outros nutrientes e promovem a proteção contra patógenos. O fósforo, além de pouco disponível na maioria dos solos, é o principal nutriente limitante da fixação biológica de nutrientes (FBN) e da produção de biomassa nos sistemas naturais tropicais (PEOPLES; CRASWELL, 1992). A maior eficiência do uso de P nestas condições pode ser alcançada pela maior disponibilidade de matéria orgânica e através da simbiose que a maioria das espécies vegetais destas regiões formam com fungos micorrízicos (SIQUEIRA; FRANCO, 1988; SIQUEIRA, 1996).

Os fungos micorrízicos arbusculares são do tipo predominante nas espécies vegetais e de maior importância nos ecossistemas tropicais (JANOS 1983; ALEXANDER et al., 1992; HOGBERG; KVARNSTROM, 1982). Seus benefícios à planta hospedeira são a melhoria das condições nutricionais, em especial de P, e a tolerância a estresses diversos, principalmente estresse hídrico; enquanto a planta fornece fotossintatos essenciais para o desenvolvimento do fungo (BRUNDRETT 1991, SIQUEIRA 1994). Dessa forma, considerando-se a baixa fertilidade natural e o baixo potencial de inóculo de áreas a serem reflorestadas, a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares, na fase de formação de mudas de espécies florestais, é fundamental para o sucesso de programas de reflorestamento (JASPER et al. 1991).

O mogno (*Swietenia macrophylla*) é uma das espécies de maior valor madeireiro do mundo (GROGAN; BARRETO; VERÍSSIMO, 2012). Por causa dessa importância, o mogno tem sido intensamente extraído nas últimas décadas em sua área de ocorrência natural na América tropical (RODAM et al., 1992). Na medida em que os madeireiros exploram os últimos estoques de mogno existentes no Brasil, é necessário entender a situação dessa espécie e as possibilidades para o seu manejo e conservação (GROGAN et al., 2002). Além disso, tem sido uma das espécies preferidas pelos reflorestadores no Estado do Pará. É uma árvore de grande importância à Região Amazônica, em virtude do seu alto valor econômico e crescimento relativamente rápido, promovendo a recuperação de áreas degradadas (FALESI; BAENA, 1999).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento do mogno (*Swietenia macrophylla*), inoculado com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em

um Sistema Agroflorestal e em uma Floresta em regeneração no Projeto de Assentamento Alegria – Marabá - PA.

## **2.0 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 FERTILIDADE DO SOLO NA AMAZÔNIA**

A maioria dos solos de terra-firme na Amazônia consiste de Latossolos (Oxisols) e Argissolos (Ultisols), cujas características principais são acidez elevada e alta saturação com alumínio, o que limita os seus usos na agricultura regional (HENTZ, et al., 2011). Segundo Nicholaides et al., (1983), cerca de 90% dos solos amazônicos são deficientes em macro e nutrientes.

O uso da derruba e queima como principal método de preparação da terra para agricultura na Amazônia brasileira ocorre durante a estação seca, que acontece na maior parte da região (de um a quatro meses secos entre junho e outubro), em oposição ao sistema de corte e trituração encontrado em áreas mais úmidas da Amazônia, mas raramente praticado no Brasil (ASB, 2002). A queima de biomassa é usada para liberar nutrientes estocados na biomassa para fertilizar solos quimicamente pobres na grande parte da Amazônia, sendo que o aumento de nutrientes incorporados ao solo pelas cinzas foi confirmado em muitos estudos na Amazônia (ASB, 2002; PALM et al., 2005). Entretanto, apesar dessa fertilização inicial por meio de cinzas, ricas em cátions, a produção do cultivo e da pastagem não é durável ou economicamente sustentável na região devido a várias limitações naturais e induzidas pelo homem (CERRI et al., 2009).

Uma razão é que a fertilidade do solo varia muito e é inconsistente, onde os tipos de solo predominantes têm fertilidade natural relativamente baixa, altos níveis de acidez, baixo conteúdo de fósforo, baixos níveis de troca de cátions e altos níveis de toxicidade de alumínio (COCHRANE, 1982). Portanto, segundo Moran et al.,(2000), mesmo uma área sujeita somente a uso moderado poderá recuperar apenas parcialmente a diversidade original de plantas e biomassa, mesmo após longos períodos de tempo. Por outro lado, dependendo do tipo e diversidade do novo ecossistema, a biomassa microbiana do solo, que mostra uma surpreendente capacidade de recuperação, podendo retornar aos níveis anteriores da floresta em alguns anos (WOOMER et al., 1999; BARROS et al., 2003).

A queima usada para a liberação de nutrientes minerais da biomassa também representa uma perda direta e considerável dos reservatórios de nutrientes pela volatilização logo no início do processo de cultivo (KAUFMAN et al., 1998; KATO et al., 2004; PALM et al., 2005).

Apesar da fertilidade química intrinsecamente baixa da maioria dos solos amazônicos e do conteúdo relativamente baixo de carbono (C) do solo na maior parte da região, os solos em geral têm boa estrutura física (CERRI et al., 2003). Isso, juntamente com a biota complexa, especializada e muito ativa do solo, pode manter a fertilidade natural dos solos se ele for mantido coberto e protegido contra impactos diretos do sol e da chuva, como ocorre sob a cobertura florestal natural (ROSS et al., 1990; HENTZ et al., 2011).

Segundo Cerri et al., (2009), mudanças no uso da terra produzem impactos importantes na fertilidade do solo, em geral causando a degradação do solo e resultando na insustentabilidade da produção agrícola e pecuária. O desenvolvimento de novas tecnologias e o entendimento dos princípios subjacentes às práticas de populações tradicionais da região podem ser usadas para mudar essa situação. Segundo Costa (2010), o uso do conhecimento tradicional aliado às técnicas modernas de exploração do solo, incluindo o uso de microrganismos benéficos que se associam as raízes às plantas, pode ajudar a reverter esse quadro de degradação edáfica e da qualidade de vida dos pequenos produtores que habitam as áreas de terra firme da Amazônia, onde a maioria dos solos são pobres e ácidos.

Portanto, é necessário, um bom manejo do solo que, segundo a EMBRAPA (2003), consiste num conjunto de operações realizadas com objetivos de propiciar condições favoráveis à semeadura, ao desenvolvimento e à produção das plantas cultivadas, por tempo ilimitado. Para que esses objetivos sejam atingidos, é imprescindível a adoção de diversas práticas conservacionistas.

O grande desafio é, portanto, identificar as melhores práticas de manejo dos agroecossistemas que estimulem a biodiversidade que favoreça os processos ecológicos vitais para a sustentabilidade desses sistemas agrícolas através da geração de serviços ecológicos chave, tais como ciclagem e nutrientes e conservação da água e do solo (EMBRAPA, 2004).

## 2.2 SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA

Sistemas agroflorestais (SAFs) são de suma importância na Amazônia. Segundo Silva et al., (2011), os SAFs são sistemas de uso da terra em que plantas de espécies agrícolas são combinadas com espécies arbóreas sobre a mesma unidade de manejo da terra. Os SAFs são, portanto, formas de uso e manejo dos recursos naturais através da associação de espécies lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras) com cultivos agrícolas ou animais (ALMEIDA et al., 1995). Nos SAF's há obrigatoriamente a presença de espécies florestais consorciadas, havendo três tipos: a) o silviagrícola, que combina árvores com culturas agrícolas, também chamados de agrosilvícolas ou agrossilviculturais; b) silvipastoril que combina árvores com pasto e conseqüentemente introdução de animais, por fim o c) agrossilvipastoril que consiste na combinação dos dois anteriores, ou seja, espécies florestais, agrícolas e animais (COMBE; BUDOWSKI, 1979; NAIR. DAGAR, 1991, NEVES, 2013).

A utilização de tais sistemas tem por base se aproximar da estrutura e dinâmica de uma vegetação natural, sendo considerados capazes de aumentar a produtividade vegetal, através do melhoramento do solo e do aumento na disponibilidade de nutrientes (COSTA, 2010). Além disso, economicamente é de fundamental importância a adoção deste sistema, isso porque além de propiciar subsistência para as famílias, sendo principalmente agricultores familiares, ainda pode gerar excedente que pode ser comercializado.

Nos SAFs a dinâmica das comunidades vegetais pode ser manipulada durante o processo de implantação dos sistemas agroflorestais visando melhorar o estabelecimento de espécies, acelerar o ritmo da sucessão e aumentar a diversidade biológica (REDENTE et al., 1993). Nestas circunstâncias, os sistemas agroflorestais podem se tornar uma forma de não deixar que os processos de degradação do solo se acentuem, permitindo à natureza ofertar uma resposta ecológica e ofertando aos agricultores possibilidades de retorno da qualidade ambiental de seus solos e sistemas de produção (HENTZ et al., 2011). Freitas (2008) afirma que o uso de sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira está voltado principalmente para recuperação de áreas degradadas em decorrência da atividade agrícola migratória, pastagem abandonada ou pela exploração do recurso madeireiro. Para Santos (2000), ao avaliar

Sistemas Agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia, concluiu que além de economicamente viável, esses sistemas são benéficos para recuperar essas áreas.

A esta combinação tem sido atribuída a melhoria nas propriedades físicoquímicas de solos degradados, bem como na atividade de microrganismos, considerando a possibilidade de um grande número de fontes de matéria orgânica (MENDONÇA; LEITE; FERREIRA NETO, 2001). Entre as plantas existem interações ecológicas e econômicas, podendo-se combiná-las de forma complementar e sinérgica (AMADOR; VIANA, 1998). Rodrigues (2004) afirma que a sustentabilidade dos sistemas agroflorestais é função das interações do fluxo de energia, da ciclagem de nutrientes e da biodiversidade do sistema. Assim, na avaliação da sustentabilidade, o monitoramento dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo é fundamental (DORAN; PARKIN, 1994).

Os sistemas agroflorestais são quase sempre mencionados como um tipo de agricultura sustentável apropriado para as condições edafo-climáticas da Amazônia porque a seleção de espécies e o planejamento do manejo conseguem produzir um regime de nutrientes adequado para manter ou melhorar a fertilidade do solo (FERNANDES et al., 1997). Quanto a sua adoção, segundo Alfaia et al., (2007), por promoverem uma produção de biomassa aérea e subterrânea e cobertura do solo maiores que outros agroecossistemas, os SAFs favorecem o acúmulo de carbono no sistema e a manutenção da fertilidade do solo, através de uma ciclagem mais eficiente de nutrientes e a redução das perdas por lixiviação e erosão. Sendo assim, os SAF's são formas de uso e manejo dos recursos naturais, que tem por base se aproximar da estrutura e dinâmica de uma vegetação natural, sendo considerados capazes de aumentar a produtividade vegetal através do melhoramento do solo e do aumento na disponibilidade de nutrientes (COSTA, 2010).

### 2.3 FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são considerados um importante componente na recuperação e restabelecimento da vegetação em áreas frágeis ou degradadas, bem como na manutenção da biodiversidade de plantas e das funções dos

ecossistemas (DANDAN, ZHIWEI, 2007). Estes organismos exercem grande importância para os solos de baixa fertilidade, como os da Amazônia, onde Smith et al. (1994) afirmam que os fungos micorrízicos contribuem para aumentar a eficiência na absorção de nutrientes, principalmente daqueles de baixa mobilidade no solo, como P, Zn e Cu, tornando-se mais biodisponíveis. Silveira (1992) afirma que o incremento na absorção de nutrientes deve-se as hifas micorrízicas externas às raízes, que funcionam como extensões destas, conseqüentemente, aumentando sua capacidade em explorar maior volume de solo, sendo para Costa (2010), esta capacidade de aumento na absorção de nutrientes, de grande interesse, principalmente em condições tropicais onde os solos apresentam baixo teor de P disponíveis. Assim, torna-se possível afirmar que a adoção dessa tecnologia pode contribuir para a fertilidade do solo, principalmente em áreas degradadas.

A simbiose com os FMAs torna possível o estabelecimento das mudas em solos em condições sub-ótimas de disponibilidade de nutrientes, uma vez que as micorrizas apresentam uma rede de hifas extracelulares que aumentam significativamente a área de absorção das raízes, fazendo com que as plantas absorvam água e principalmente fósforo e potássio que não estão disponíveis na solução do solo. Além da melhoria nos aspectos nutricionais da planta, elas adquirem maior capacidade de sobrevivência à períodos de estiagem ou chuvas prolongadas e ao ataque de pragas, ampliando sua capacidade inicial de crescimento e estabilização (HENTZ et al., 2011).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) desempenham um papel extremamente importante na nutrição das plantas, principalmente em solos deficientes de nutrientes e em plantas com alta dependência micorrízica, sendo o mais importante benefício, o aumento da absorção do fósforo (COSTA, 2010). Sendo assim, a adoção do uso de fungos micorrízicos é uma alternativa eficiente para os solos da Amazônia (SIQUEIRA; FRANCO, 1988, OLIVEIRA, 1991). No contexto da fertilidade do solo e nutrição vegetal, os microrganismos podem atuar como “facilitadores” da nutrição, interferindo na disponibilidade, contribuindo assim, para reduzir a necessidade ou maximizar o uso de fertilizantes manufaturados (SIQUEIRA; MOREIRA, 1996).

Estudos quanto à ocorrência de FMAs nos diferentes sistemas de uso da terra nas propriedades rurais de agricultores familiares, procurando entender melhor como funcionam essa associação simbiótica fungo-planta pode trazer maiores benefícios aos

produtores regionais (COSTA, 2010), uma vez que os fungos ocorrem naturalmente nos solos e nas raízes das plantas na Amazônia (HENTZ, 2006), porém levando certo tempo para sua colonização nos plantios jovens. Entretanto, esses fungos podem ser identificados em laboratório, a partir da análise de raízes de plantas adultas, e multiplicados em casas de vegetação. Seus esporos podem ser distribuídos para os agricultores na forma de inoculante a ser aplicado no recipiente de produção das mudas ou na própria cova de plantio. Esse procedimento acelera a simbiose entre as raízes das plantas e os fungos beneficiando-as muito mais precocemente (HENTZ et al., 2011) e se constituindo em uma importante tecnologia de produção de mudas de qualidade.

Janos (1985) verificou que a simbiose micorrízica favorece a coexistência das espécies vegetais em ambientes de floresta tropical, onde a diversidade vegetal é grande. Atribuiu isto a um sinergismo entre vegetais hospedeiros que compartilham FMAs entre si, em solos de baixa fertilidade, pelo fato de estes fungos não serem específicos. Assim este autor apresenta outra hipótese de como a simbiose micorrízica pode afetar as habilidades competitivas das espécies vegetais, não limitando esta hipótese meramente à ausência ou a presença de propágulos micorrízicos no solo, como a de JANOS (1980a). Janos (1985) sugere que a diferenciação de comunidades vegetais em relação à estratégias de nutrição mineral seja afetada pela: **a)** dependência a diferentes tipos de micorrizas; **b)** dependência exclusiva a um fungo específico, e **c)** independência de micorrizas através de outras adaptações nutricionais ou através de solos de alta fertilidade.

Os efeitos benéficos dos FMAs têm sido repetidamente demonstrados nas mais variadas condições e espécies vegetais, sobretudo em solos de baixa fertilidade. Conforme revisado por Lopes et al., (1983 b), podem resultar de um ou mais mecanismos onde se destacam: a) aumento na absorção e melhor conservação de nutrientes; b) aumento na nodulação e fixação do N<sub>2</sub> atmosférico; c) alteração na relação planta-patógenos; d) alterações na relação água-solo-planta; e) aumento na produção de fitohormônios; f) modificações anatômicas e fisiológicas do hospedeiro; g) melhor adaptabilidade da planta às condições adversas.

As características básicas dos FMAs a serem selecionados para inoculação, segundo Lambais e Cardoso (1988), devem ser: aumento de absorção de nutrientes do solo e translocação para as plantas, além de persistência no solo. Os mesmos autores

sugerem iniciar o processo de seleção pelos fungos que tenham esporos que germinem rapidamente, hifas que cresçam bem no solo e que sejam capazes de colonizar extensivamente o hospedeiro. Outras características a serem consideradas seriam: a capacidade do fungo em formar propágulos que persistam no solo por longos períodos, mesmo na ausência do hospedeiro, e sua habilidade em competir com os FMAs nativos e outros microrganismos.

#### 2.4 MOGNO (*Swietenia macrophylla*)

O mogno (*Swietenia macrophylla* King) é a madeira mais valorizada no mercado internacional, alcançando valores bastante elevados, sendo a mais importante espécie florestal explorada na região Amazônica (MIRANDA; MIRANDA, 2000). No Brasil, a madeira tem alcançado valores de mercado cada vez mais elevados, superando por exemplo, o cedro (*cedrus*), o pinheiro (*pinus*) e o eucalipto (*eucalyptus*) (SOUZA, 2013), afirmando ainda que a cultura da espécie é uma atividade altamente lucrativa pela qualidade e alto custo de sua madeira, chegando a US\$ 1.200 o metro cúbico. Segundo Almeida (2007), o mogno também pode ser usado na conservação ambiental, principalmente no que se refere à devastação das áreas de florestas nativas. Veríssimo et al., (2002), mencionam que no Pará, fornecedor de 64% de todo o Mogno exportado pelo Brasil, o comércio com o exterior representa 5% do valor total das exportações (Associação dos Exportadores de Madeira do Pará e Amapá – Ainmex, dados internos).

Por consequência da grande demanda, os problemas ambientais decorrentes do extrativismo desordenado e ao valor comercial da madeira, o cultivo dessa espécie tem aumentado significativamente (TUCCI et al., 2009), tornando-se portanto um grande problema ambiental. A falta de políticas ambientais mais severas, de conhecimentos técnicos e de consciência ecológica, podem levar à exploração desordenada das florestas da Amazônia, com consequente diminuição da biodiversidade e perdas de recursos genéticos de espécies com elevados valores econômicos, além de acarretar problemas ambientais, como a redução da cobertura florestal e a destruição dos mananciais hídricos, prejudicando a fauna e a flora, principalmente as espécies com risco de extinção (COUTO, 2004).

Devido a grande importância econômica, social e ecológica, torna-se importante o conhecimento das características do mogno. Segundo Couto (2002) e Souza (2013), o

mogno possui um cerne castanho avermelhado a castanho escuro uniforme. O alburno é amarelo ou levemente pálido, de pouca espessura, grã-direita e textura média. Possui cheiro característico, gosto amargo, superfície lustrosa e geralmente lisa ao tato. É uma espécie de crescimento rápido e tronco ereto, sendo uma árvore adaptada às condições edafoclimáticas da região amazônica (MENDES, 2007; SOUZA, 2013). É uma árvore de copa dominante e uma altura variando entre 25 e 30 m (Couto, 2002; Rasconet al., 2007; Veríssimo et al., 2002; Souza, 2013), podendo atingir de 40 a 45 metros de altura e de 100 a 200 cm de diâmetro à altura do peito (DAP). Os mesmos autores afirmam que a espécie possui folhas compostas que são paripenadas alternas, sendo compostas por 3 a 4 pares de folíolos opostos. As pequenas flores de coloração creme-amarelada estão inseridas em panículas de 15 a 25 cm de comprimento. O fruto é lenhoso, ovóide, de coloração castanho-clara, com cerca de 12 a 18 cm de comprimento, que se abre em 5 parte, com 10 a 14 sementes aladas com comprimento de 8 a 11 cm cada uma.

Segundo Cordeiro (2012), em condições favoráveis, o mogno inicia seu ciclo reprodutivo a partir dos 12-15 anos de idade, sendo o fruto, uma baga ovulada, e constitui uma cápsula lenhosa, contendo de 12 a 14 sementes, sendo as sementes aladas, com 6 a 13 cm de comprimento por 1,0 a 2,5 de largura. Classificada como espécie pioneira ou secundária tardia (Budowski, 1965; Denslow, 1987; Swaine e Whitmore, 1988), o mogno regenera-se em clareiras abertas na floresta. As sementes de mogno são aladas e, portanto, dispersas pelo vento (PENNINGTON et al., 1981). Uma árvore adulta de mogno pode produzir até 600 frutos ou 30.000 sementes por ano, sendo que a maioria das sementes é dispersa até cerca de 80 metros da árvore matriz, principalmente na direção dos ventos mais fortes e durante o final da estação seca (GULLISON et al., 1996).

Ribeiro (1999), afirma que o mogno, pertencente à família Meliaceae, é predominantemente tropical, sendo uma das espécies mais exploradas no país, portanto, ameaçada de extinção por não estar havendo renovação dos estoques na mesma proporção da exploração do recurso (TUCCI; PINTO, 2003). Dessa forma, a necessidade de se investir esforços no desenvolvimento de pesquisas sobre a produção de mudas de mogno para fins de reflorestamento é indiscutível (SANTOS et al., 2008).

Merkle e Nairn (2005) e Souza (2013), afirmam que a biotecnologia florestal empregada para espécies arbóreas poderá aumentar a disponibilidade de madeiras nas áreas manejadas, reduzindo a pressão de degradação nas florestas nativas, fazendo com

que estas contem com modernas técnicas, que possam causar um forte impacto sobre a produção de plantas em larga escala, trazendo a recuperação e preservação de espécies que se encontram ameaçadas de extinção (SOUZA; PEREIRA, 2007; SOUZA, 2013) e se estiverem inoculadas com os fungos micorrízicos, poderão promover apresentar melhor desenvolvimento em situação de estresses e ajudar na recuperação dos solos degradados (HENTZ et al., 2011).

### 3.0 MATERIAL E MÉTODOS

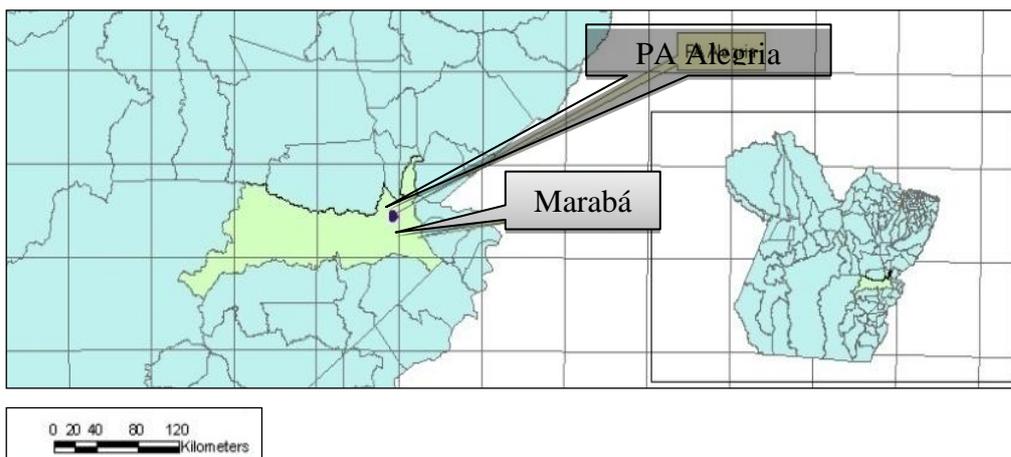
#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto de pesquisa “*Fungos Micorrízicos Arbusculares no incremento Inicial de Sistemas Agroflorestais de Agricultores Familiares - Uma alternativa sustentável de produção*” fomentado pelo Edital Pibic-Fapespa da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará nos anos de 2012 à 2014.

O estudo foi desenvolvido no Projeto de Assentamento (PA) Alegria, localizado em Marabá, sudeste do Pará, sendo criado em uma área de floresta primária onde houve intensa exploração madeireira e que hoje possui fragmentos de floresta secundária.

De acordo com Almeida (2007), o município de Marabá-PA localiza-se a 05°35' de latitude S e 49°15' de longitude W. Sua altitude média é de 95 metros; apresenta temperatura média anual de 28°C; evapotranspiração potencial mensal, em média de 1.814 mm; média anual de precipitação pluvial de 1.925,7 mm, sendo que 77% das precipitações ocorrem entre dezembro e abril; e média anual de insolação de 2.263 horas. O clima é do tipo Af<sub>i</sub>, segundo a classificação de Köppen.

O Projeto de Assentamento Alegria localiza-se a 27 km da sede do município de Marabá, sudeste do Pará, possuindo uma área total de 3.666,55 ha, com 98 lotes (COPSERVIÇO, 2009) com tamanho médio de 30 ha em cada lote (figura 1).

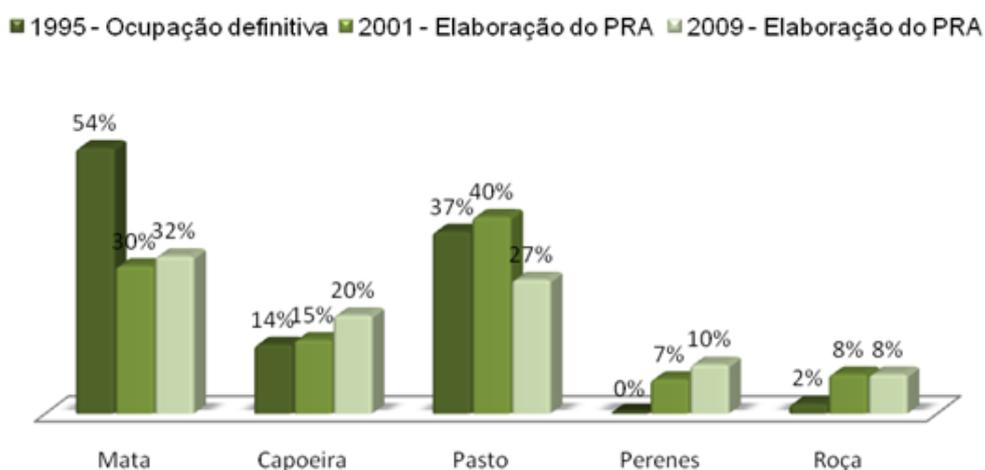


Fonte: Copserviços (2009)

**Figura 1:** Mapa de localização do projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará. Marabá- PA.

Em relação aos solos, segundo o PRA do Projeto de Assentamento (PA), as principais unidades de solos encontradas são: Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, Solos Hidromórficos, Solos Aluviais, Solos Arenosos e Argissolos Amarelos.

A cobertura vegetal, até o levantamento realizado em 2009 pela Copserviços, apresentava-se da seguinte forma: floresta primária representando 15% da área do PA que corresponde a 549,98 ha (sabendo-se que já teve exploração de madeira seletiva); culturas perenes com 8% ou 293,32 ha e capoeira representando 39%, ou 1.429,95 ha.



Fonte: Copserviços (2001 e 2009)

**Figura 2:** Evolução da cobertura vegetal no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará.

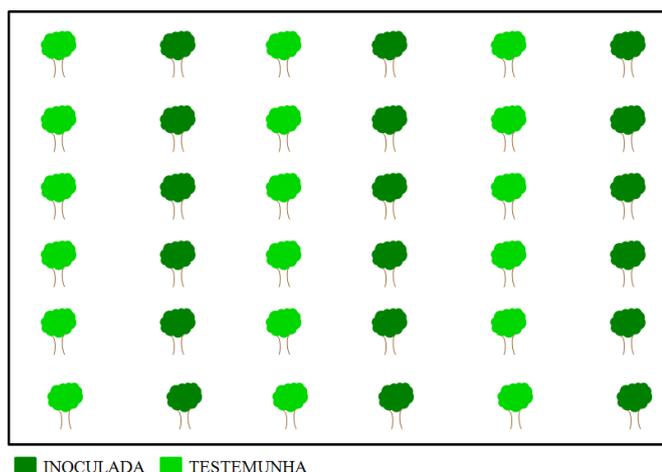
O lote estudado possui 30 hectares, com uma reserva de floresta secundária de aproximadamente 23 ha. O assentamento está situado em uma área onde o relevo se apresenta predominantemente suave ondulado, ocorrendo pequenas áreas de baixadas as margens do Rio Itacaiunas que margeia o PA e dos principais igarapés. Ao todo o assentamento é banhado, além do rio Itacaiunas, por mais quatro igarapés que beneficiam 90% dos estabelecimentos agrícolas.

### 3.2 PLANTIO DO MOGNO (*Swietenia macrophylla*) E INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS

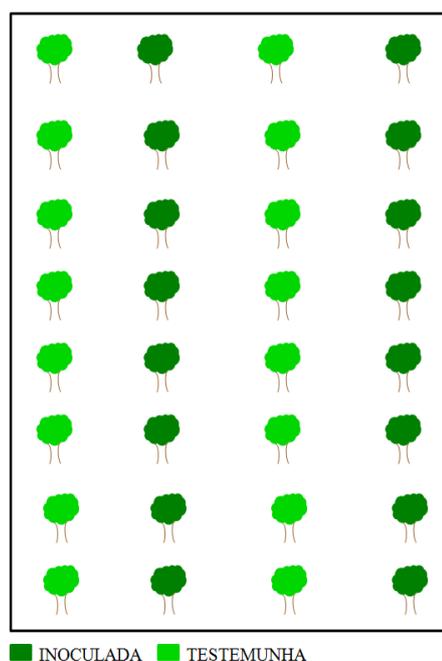
As mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*) foram preparadas pelo agricultor proprietário do lote, sendo que as sementes foram doadas pela EMBRAPA. Quanto ao preparo das mudas, o agricultor usou para cada 50 kg de solo, aproximadamente 350 g de NPK (10:10:10), que após a mistura do solo com o adubo, as sementes germinadas foram transplantadas para os sacos plásticos com aproximadamente 2 kg de substrato. Nessas condições, aos 120 dias as mudas foram transplantadas em áreas distintas, sendo na floresta secundária, correspondendo a aproximadamente 4 hectares, e em um sistema agroflorestal (SAF) de 1 hectare.

No sistema agroflorestal, essas mudas foram transplantadas em uma área delimitada para compor dois módulos (um de inoculação e outro sem inoculação) em 6 linhas sendo aqui chamadas de blocos inteiramente casualizados, com 6 plantas em cada linha/bloco, com espaçamento de 3 m entre plantas e 4 m entre linhas, totalizando uma área de 300 m<sup>2</sup>, com 18 plantas inoculadas no módulo com inoculação e 18 plantas não inoculadas no módulo sem inoculação (Figura 3).

Na área da floresta secundária, essas mudas foram transplantadas em 4 linhas sendo aqui chamadas de blocos inteiramente casualizados com 8 plantas em cada linha/bloco, sendo o espaçamento de aproximadamente 4 m entre plantas e 4 m entre linhas (Figura 4), totalizando uma área de 336 m<sup>2</sup>, com 16 plantas inoculadas e 16 plantas não inoculadas.



**Figura 3:** Croqui de um bloco do plantio de mogno inoculado e sem inoculação no Sistema Agroflorestal, no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará.



**Figura 4:** Croqui de um bloco do plantio de mogno na Floresta Secundária, com e sem inoculação, no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará.

Para a inoculação das mudas de mogno com os fungos micorrízicos, foram utilizados inóculos de fungos da espécie *Glomus clarum* do banco de inóculo de fungos micorrízicos da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá. Com a ajuda de um trado holandês, o substrato com cem gramas (100g) de esporos de fungos foi introduzido ao solo a uma profundidade de aproximadamente 10,0 cm e distância de 10,0 cm da muda.

Para a avaliação dos parâmetros de crescimento, foram avaliadas amostralmente 18 mudas de cada tratamento em cada agroecossistema. As mudas foram avaliadas mensalmente após o plantio nos diferentes agroecossistemas, sendo realizada as medições entre os meses de junho de 2013 a dezembro de 2014, quanto à altura, diâmetro do coleto, número de folhas e taxa de sobrevivência (figura 5).

Para a medição da altura foi necessária uma fita métrica, medindo-se cada planta desde a base até o início da gema apical, e para o diâmetro foi usado um paquímetro universal, que fornece uma leitura com precisão de fração de milímetro, sendo posicionado o aparelho a 10,0 cm acima do nível do solo.



**Figura 5:** Avaliações das mudas de mogno no campo e coleta de solos no sistema agroflorestal (A) e na floresta secundária (B), no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará. Marabá – PA.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PLANTIO DO MOGNO

#### 3.3.1 Sistema Agroflorestal

O sistema agroflorestal onde foi introduzida as mudas de mogno apresentou culturas de diferentes finalidades, como alimentícias, artesanais, medicinais e madeiráveis, sendo elas: abacaxi (*Ananas comosus*), coco (*Cocos nucifera*), banana (*Musa spp.*), maracujá (*Passiflora edulis*), limão (*Citrus limon*), laranja (*Citrus sinensis*) e ata (*Annonas quamosa*).

Foi observada a predominância de espécies para fins alimentícios. Vieira et al. (2008) em seu estudo, verificaram que dos 32 sistemas agroflorestais observados,

84,4% foram compostos por espécies frutíferas, fato que pode estar relacionado com a segurança alimentar, sendo esta definida por Esterik (2012), como a garantia da obtenção de alimento em quantidade e qualidade suficientes para que todos possam manter uma vida produtiva e saudável, hoje e no futuro.

A presença do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) recebeu maior destaque devido a sua grande quantidade na área. O cultivo é composto por 96 plantas de *Passiflora edulis*, sendo em oito linhas de 40 metros de comprimento. Adequando-se assim dentro do parâmetro proposto por Lima et. al. (1994) que recomenda uma extensão máxima de 80 metros de comprimento das linhas de plantas, formando talhões e deixando um espaço de 3 a 4m entre eles para possibilitar a movimentação dentro do pomar. Segundo Hafleet al. (2009) o cultivo de maracujazeiro é de grande importância para médias e pequenas propriedades rurais, tendo como principal objetivo a geração de renda para a família.

Quanto aos tratamentos culturais no sistema agroflorestal, o agricultor fazia a manutenção das plantas espontâneas, realizando apenas o roço da área permitindo a cobertura do solo durante todo o ano.

### 3.3.2 Floresta Secundária

A diversidade de espécies foi observada na floresta secundária, havendo a presença de frutíferas, madeiráveis, medicinais e artesanais e exóticas, sendo elas: urucum (*Bixa orellana*), buriti (*Mauritia flexuosa*), taperebá (*Spondias mombin*), ata (*Annonas quamosa*), cedro (*Cedrus ssp*), ipê (*Tabebuia spp*), pente de macaco (*Amphilophium crucigerum*), pupunha (*Bactris gasipaes*), noni (*Morinda citrifolia*), genipapo (*Genipa americana*), babaçu (*Attalea speciosa*), embauba (*Cecropia ssp*), ingá (*Inga edulis*), açaí (*Euterpe oleracea*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*), paricá (*Anadenanthera peregrina*), tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) e teca (*Tectona grandis*).

Segundo o agricultor, a floresta é mantida desde a sua chegada no lote, não havendo grande histórico de perturbação. Em 2013 o agricultor usou 4 ha para introduzir o plantio de 400 mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*), com o objetivo de agregar valor econômico e restauração da área, corroborando o que se preconiza para

estas áreas, uma vez que a introdução de mudas em florestas, é uma das principais formas de restauração florestal (ATTANASIO et al., 2006; ISERNHAGEN; RODRIGUES, 2008).

Foi observado também grande presença de serapilheira na área, sendo que esta desempenha grande importância no sistema, proporcionando um ambiente favorável para os microrganismos presentes no solo. Segundo Sousa (2007), a serapilheira desempenha dois dos maiores papéis nos ecossistemas florestais: é parte inerente do ciclo de nutrientes e funciona como proteção da superfície do solo, regulando as condições microclimáticas, alterando as condições ambientais e influenciando espécies sensíveis à sua acumulação.

### 3.4 COLETA DE SOLO E ANÁLISE QUÍMICA

Foram coletadas amostras de solo nas duas áreas de plantios, para a realização da análise química, de acordo com o modelo proposto por Fukuda e Otsubo (2003). Para obtenção das amostras (simples e compostas) seguiram-se as instruções elaboradas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1996). Para tanto, foram utilizados os seguintes materiais: (i) um trado holandês; (ii) um balde de plástico limpo e seco; (iii) lápis; (iv) sacos plásticos e (v) etiquetas de identificação. Para obtenção de cada amostra composta de solo, este foi coletado com o auxílio de um trado, aleatoriamente (caminhamento em zig-zag), a 20 cm de profundidade, onde foram coletadas 20 amostras simples. Estas amostras foram colocadas em um balde plástico de acordo com a área, para que fosse misturado até obter uma amostra homogênea (figura 6).



**Figura 6:** Coleta de amostra de solo para análise química nas áreas de plantio do mogno, no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará. Marabá – PA.

Posteriormente as amostras de solo foram encaminhadas para análise, no laboratório FULLIN (Laboratório de análise agronômica e ambiental LTDA), localizado em Linhares no estado do Espírito Santo, para avaliação quanto ao pH (em H<sub>2</sub>O e CaCl<sub>2</sub>), e teores de P e K (Mehlich-1), Ca, Mg e Al (KCl 1mol/L), H+Al (acidez potencial), e matéria orgânica.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Todas as variáveis analisadas em relação ao desenvolvimento do mogno nos diferentes agroecossistemas implantados foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey 5%, utilizando-se os procedimentos disponíveis no programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000) e Excell 2007.

## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ANÁLISE DA SOBREVIVÊNCIA E PARAMETROS DE CRESCIMENTO DAS MUDAS DE MOGNO NOS DIFERENTES AGROECOSSISTEMAS

A taxa de sobrevivência das mudas de mogno nos agroecossistemas estudados foi satisfatória, sendo que das 18 mudas amostradas e avaliadas de cada tratamento, todas sobreviveram, representando assim uma taxa de 0% de mortalidade. Estes dados corroboram com os de NASCIMENTO (2011) e SENA (2011) onde verificaram sobrevivência de espécies nativas florestais no campo em torno de 80% quando inoculadas com os fungos micorrízicos.

Quanto aos parâmetros de crescimento das mudas de mogno, a altura, diâmetro e número de folhas aos dezessete meses (17) após o plantio diferiram estatisticamente de acordo com os diferentes tratamentos (Tabela 1) e agroecossistemas.

**Tabela 1:** Parâmetros de crescimento do mogno aos dezessete meses após o plantio nas diferentes áreas: Safs inoculado; Safs não inoculado; Floresta inoculado; Floresta não inoculado. Média aritmética de 18 plantas de cada tratamento.

TRATAMENTO	ALTURA	DIÂMETRO	NÚMERO DE
------------	--------	----------	-----------

	(CM)	(MM)	FOLHAS
<b>Safs Inoculado</b>	250a	73,45 a	365 a
<b>Safs Não inoculado</b>	256 a	69,37 b	319 b
<b>Floresta Inoculado</b>	158 b	43,63 c	322 b
<b>Floresta Não inoculado</b>	110 c	39,34 d	284 c
<b>CV (%)</b>	24,18	12,34	15,14

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

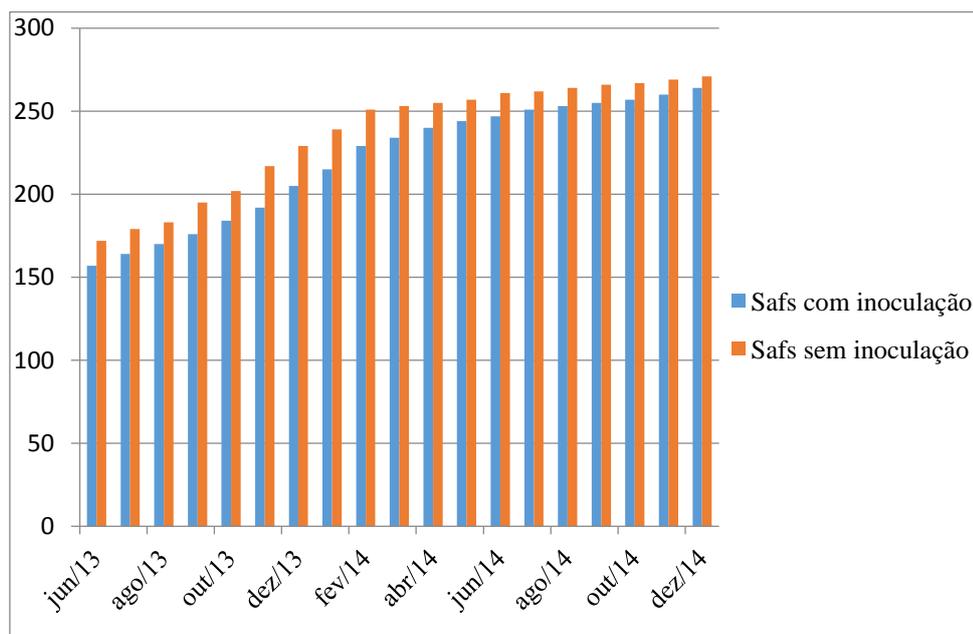
Ao observar as mudas de mogno nos diferentes agroecossistemas, verifica-se que as mudas de mogno inoculadas com fungos micorrízicos e introduzidas no Sistema Agroflorestal apresentaram uma altura de 250 cm, e as não inoculadas 256 cm, embora matematicamente maiores nas não inoculadas, não diferiram significativamente de acordo com o teste de média de Tukey a 5%. Entretanto, as mudas de mogno inoculadas com os fungos micorrízicos e introduzidas na Floresta, tiveram maior crescimento (158 cm) diferindo significativamente quando comparadas com as mudas não inoculadas (110 cm).

Ao analisarmos aleatoriamente todas as mudas avaliadas de mogno nos diferentes agroecossistemas e tratamentos, observa-se que as mudas de mogno tiveram maior crescimento no Sistema Agroflorestal seguido da Floresta, independente da inoculação dos fungos micorrízicos. Assim, pode-se inferir, que a melhor fertilidade do solo proporcionada pelo acúmulo de serapilheira no Sistema Agroflorestal, com uma maior diversidade de espécies vegetais propiciou o seu melhor desenvolvimento, corroborando com Hentz et al.(2011) que afirmam que os fungos micorrízicos desempenham melhor o seu papel de absorção de nutrientes e promoção de maior crescimento em situações de adversidade, o que não ocorreu na Floresta Secundária. Também é importante ressaltar, que os fungos micorrízicos não apresentam especificidade de hospedeiro, mas sim, uma certa preferência (MOREIRA;SIQUEIRA, 2006).

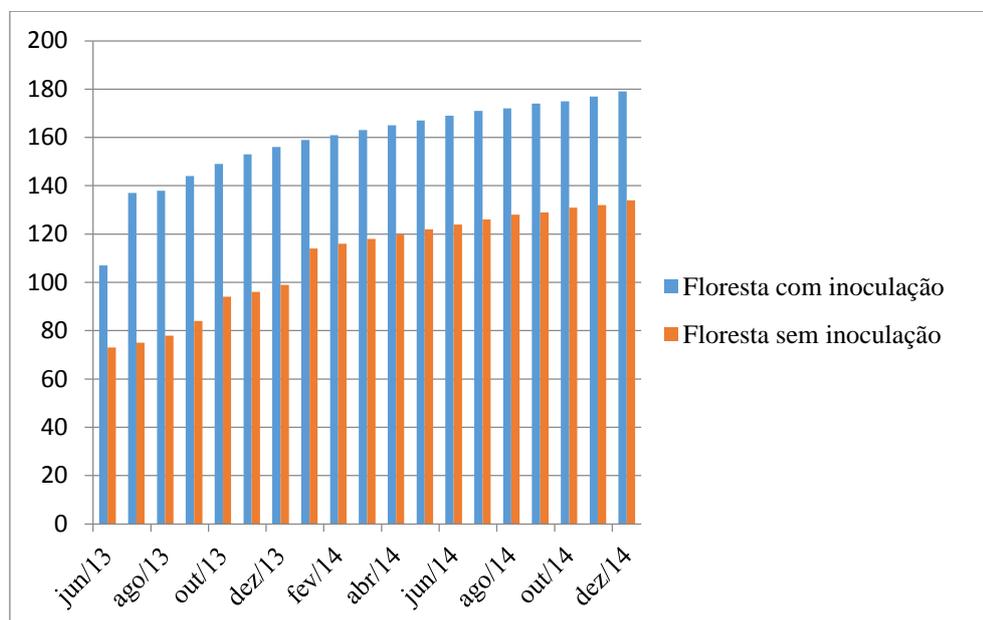
A não influência dos fungos micorrízicos na altura das mudas do mogno no Sistema Agroflorestal, também pode ser explicado, de acordo com a análise de solo, pois os solos nos dois agroecossistemas apresentaram acidez média com pH entre 5,3 e 5,7 e baixos teores de acidez trocável, configurando-se como adequado para algumas culturas (Tabela 3). De acordo com Siqueira e Franco (1988), o pH é o fator condicionante mais evidente no desenvolvimento das micorrizas arbusculares, influenciando na disponibilidade de nutrientes e no comportamento das espécies, podendo inibir as funções da associação.

Em relação ao diâmetro do caule e número de folhas das mudas de mogno, as inoculadas com fungos micorrízicos tiveram maior desempenho tanto no Sistema Agroflorestal como na Floresta Secundária, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Embora Carneiro et al. (1998), e Calegari (2004) tenham observado inconsistência na incidência de micorrizas arbusculares em plantas de mogno, os dados de Nascimento (2014) revelam que esta apresenta uma preferência pelo FMA *G. margarita* em detrimento da espécie *S. heterogama* para os parâmetros diâmetro do caule e número de folhas. Por isso, Sibinel (2003); Moreira e Siqueira (2006) Souza et al. (2008) relatam que os fungos podem apresentar preferência por algumas espécies de plantas e não especificidade e promover o seu melhor desenvolvimento em relação ao diâmetro do caule, e número de folhas a partir de 300 dias no campo quando já se perenizaram, e as plantas já se adaptaram as condições de adversidade presentes nos solos das áreas.

A altura das mudas de mogno no Sistema Agroflorestal no decorrer dos meses de avaliação (de junho de 2013 a dezembro de 2014), apresentou um crescimento progressivo e maior nas mudas não inoculadas com os fungos micorrízicos (figura 07), ocorrendo o contrário nas mudas de mogno inoculadas e implantadas na Floresta (figura 08).



**Figura 7:** Altura média do mogno inoculado e não inoculado no Sistema Agroflorestal no período de junho de 2013 à dezembro de 2014 após o plantio. PA Alegria- Marabá-PA.



**Figura 8:** Altura média do mogno inoculado e não inoculado na Floresta no período de junho de 2013 à dezembro de 2014 após o plantio. PA Alegria – Marabá – PA.

Com relação ao fósforo disponível nas duas áreas, foi predominantemente baixo (Tabela 03), favorecendo assim a atuação micorrízica, que segundo Oliveira (2001), níveis elevados de P no solo reduzem ou inibem a colonização micorrízica.

Este comportamento também pode ser explicado além da fertilidade, pela textura dos solos dos agroecossistemas. Em ambos os agroecossistemas, a textura predominante é a arenosa (Tabela 2), que segundo Sieverding (1991), solos arenosos apresentam maior quantidade de associações micorrízicas, além disso no Sistema Agroflorestal, há uma maior quantidade de matéria orgânica, o que proporciona uma melhor estruturação dos solos, aumentando a fixação dos nutrientes e evitando a lixiviação das bases. Em contrapartida, na Floresta, quem fez o papel de estruturação do solo foram as micorrizas (HENTZ et al., 2011). Sendo assim, os fungos micorrízicos respondem de forma diferenciada às características químicas e físicas do solo (SILVA; SIQUEIRA, 1991).

#### 4.2. ANÁLISE MORFOLÓGICA E QUÍMICA DOS SOLOS DAS ÁREAS DE PLANTIO DO MOGNO

Os solos das áreas de plantio do mogno foram caracterizados como Argissolo Amarelo distrófico de acordo com o SBCS (1999).

As características morfológicas texturais estão descritas na tabela 02.

**Tabela 2:** Características físicas do solo sob sistema agroflorestal e floresta secundária na profundidade de 0,20 m, no estabelecimento agrícola familiar do projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará.

Atributos físicos	Uso	
	Floresta Secundária	Sistema Agroflorestal
Areia total (g kg <sup>-1</sup> )	624	676
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	236	184
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	140	140

Observa-se que no Sistema Agroflorestal (SAF) e na Floresta Secundária (FS) a classificação textural do solo se apresentou como franco arenoso. Diferindo-se dos solos argilosos quanto à disponibilidade de colóides minerais e conseqüentemente quanto à

capacidade de troca de cátions (CTC). Solos com textura argilosa possuem teores de argila superiores a  $350 \text{ g kg}^{-1}$  (LEPSCH et al., 1991). Nesse caso a CTC efetiva se apresentou baixa nos dois agroecossistemas estudados.

A quantidade de areia total se apresentou mais expressiva no sistema agroflorestal em relação aos valores obtidos na floresta secundária. O teor de argila mais significativo na FS apresentou  $236 \text{ g kg}^{-1}$  de solo em relação a  $184 \text{ g kg}^{-1}$  no SAF. Segundo Barboza et. al. (2011) solos que apresentam teores de argila superior a  $200 \text{ g kg}^{-1}$  são considerados bons para os manejos agrícolas e pecuários.

A análise química dos solos dos dois agroecossistemas, revelou variações nas quantidades de nutrientes de baixas a médias, bem como em atributos como pH, matéria orgânica, acidez trocável, acidez potencial, soma de bases, CTC efetiva (t), CTC a pH 7,0 (T) e nas saturações (Tabela 03).

**Tabela 3:** Características químicas do solo sob floresta secundária e sistema agroflorestal na profundidade de 0,20 m, em estabelecimento agrícola familiar no projeto de assentamento Alegria, no sudeste do Pará.

Características	FLORESTA		SAF	
	Valor	Interpretação <sup>6/</sup>	Valor	Interpretação <sup>6/</sup>
pH em água (1:2,5)	5,3	Acidez Média	5,7	Acidez Média
P (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>1/</sup>	3,0	Baixo	4,0	Baixo
Matéria Orgânica (dg/kg)	1,9	Médio	2,1	Médio
H + Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>3/</sup>	3,3	Médio	2,8	Médio
K (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>1/</sup>	45,0	Baixo	68,0	Médio
Na <sup>+</sup> (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>1/</sup>	23,0	Baixo	31,0	Baixo
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>2/</sup>	0,3	Baixo	0,0	Baixo
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>2/</sup>	1,6	Médio	1,7	Médio
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>2/</sup>	0,4	Baixo	0,5	Baixo
SB (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>3/</sup>	2,1	Médio	2,4	Médio
Saturação de Bases	39,1	Baixo	45,9	Baixo
t (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>4/</sup>	2,4	Baixo	2,4	Baixo
m (%) <sup>5/</sup>	12,0	Baixo	0,0	Baixo

<sup>1/</sup>Extrator de Mehlich -1 (Vettori, 1969).

<sup>2/</sup>Extrator KCl 1 mol/L (Vettori, 1969).

<sup>3/</sup>Soma de bases (SB) = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>.

<sup>4/</sup>CTC efetiva (t) = SB + Al<sup>3+</sup>.

<sup>5/</sup>Saturação de alumínio (m) =  $100 \text{ Al}^{3+}/t$ .

<sup>6/</sup>Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989).

Os solos nos dois agroecossistemas apresentaram acidez média com pH entre 5,3 e 5,7 e baixos teores de acidez trocável, configurando o solo como adequado para

algumas culturas, pois sendo o pH médio haverá influencia direta no aumento da capacidade do solo em reter cátions, ou seja, aumento da CTC mesmo que a partir de colóides orgânicos (húmus), devido ao fato deste solo apresentar-se arenoso. Nesse aspecto o pH do solo também influencia na velocidade de decomposição da matéria orgânica (BARRETO et al., 2006).

Corroborando com a acidez trocável, a acidez potencial (H + Al) se apresentou média. Segundo Smyth (1996) a predominância de solos ácidos (com H e/ou Al adsorvidos aos colóides do solo) em terra firme é uma das mais frequentes restrições de fertilidade de solos da Amazônia.

Os teores de matéria orgânica foram médios nas duas áreas o que pode explicar a baixa saturação de alumínio na FS, “curiosamente” a saturação de Al no cultivo de maracujá foi 0%. O SAF com 2,1 dag/kg foi o agroecossistema que apresentou maior teor de matéria orgânica. Assim, é de extrema importância enfatizar a atuação da matéria orgânica nas propriedades do solo, uma vez que a mesma atua como fonte de energia para a massa microbiana, além de fornecer nutrientes para as plantas com o processo de mineralização da matéria orgânica que libera nutrientes essenciais como N, P, S, K, Ca, Mg, e micronutrientes (MARIN, 2002).

Outro aspecto que deve ser ressaltado com a presença da matéria orgânica é o aumento da capacidade de troca de cátions, principalmente nos horizontes superficiais (CANELLAS et al. 2000). Além disso, a matéria orgânica é considerada como “agente cimentante”, ou seja, auxilia na agregação das partículas do solo. Zanini e Diniz (2006) afirmam que com a remoção da cobertura vegetal e da cobertura morta, representada pela serapilheira, há uma tendência em favorecer a erosão, pois o solo exposto às intempéries gera a alteração dos agregados, em especial em solos de textura arenosa.

Porém, na Floresta Secundária foi verificado baixo teor de matéria orgânica (1,9 dag/kg), isso se deu, teoricamente, pela abundância de palmeiras que naquela condição restringia a diversidade vegetal, o que produziria grande quantidade de folhas, e conseqüentemente a formação de uma densa serapilheira que forneceria um maior teor de matéria ao solo. Alguns estudos demonstram que as folhas podem contribuir com até

70% do material adicionado à serapilheira, sendo um de seus principais constituintes (PROCTOR, 1991; BARBOSA, 2000).

Contudo, mesmo tratando-se de um sistema com pequena quantidade de matéria orgânica na superfície do solo (serapilheira), o ciclo de nutrientes entre a floresta e o solo é quase fechado (LONGO; ESPÍNDOLA, 2000), permitindo constante decomposição de material orgânico, sem sintomas de deficiências nutricionais aparente, em solos com baixa fertilidade natural (DEMATTE, 1988; SANCHES, 1976).

Em relação à CTC efetiva, que expressa a capacidade do solo em reter cátions próximo ao pH natural, ou seja, a capacidade do solo de disponibilizar nutrientes às plantas, apresentou-se igualmente baixa nos dois agroecossistemas. A CTC a pH 7,0 variou entre as áreas com o SAF apresentando maior CTC (5,7 cmol), no geral, os valores foram médios, denotando que as duas áreas possuem potencial agrícola para implantação das principais culturas desde que se efetue a correção da acidez do solo aproximando o pH do solo a 7.0. Nesse sentido, além da calagem, nos solos tropicais e subtropicais, a matéria orgânica tem grande contribuição na fertilidade e no aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) (BARRETO et al., 2006).

A soma e saturação de bases apresentaram-se média e baixa, respectivamente. No entanto, em relação à soma de bases, mesmo apresentando teores médios (2,1 e 2,4 cmol/dm<sup>3</sup>) na floresta secundária e SAF, respectivamente, esses teores ficaram muito próximos aos teores que representam uma baixa soma de bases, pois valores abaixo de 2,1 cmol/dm<sup>3</sup> configuram uma baixa soma de bases. Barboza (2011) sugere, em solos com saturação abaixo de 50% e conseqüentemente quantidades limitadas de bases, a aplicação de calcário para melhorar o ambiente radicular e a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Quanto às distribuições dos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na), observadas na tabela 03, pode-se verificar que os teores variaram entre baixos e médios. Segundo Melo et al. (1988), quando um solo virgem é submetido ao cultivo, ou ainda que sofre qualquer ação antrópica, estabelece-se uma nova ordem de condições que, regra geral, resulta numa queda do teor de muitos elementos.

Os teores de fósforo (P) e magnésio (Mg) revelaram-se baixos tanto na floresta secundária como também no SAF, o que não gerou surpresa, pois os solos das regiões tropicais, além da deficiência generalizada, apresentam alta capacidade de fixação de fosfato (RAIJ, 1991). Ocorrendo, a partir deste processo, a insolubilização desse nutriente nos solos (LOPES, COX, 1979). Limitando, segundo o primeiro autor, a produtividade das culturas nessas áreas.

O potássio (K) apresentou baixo teor na floresta secundária, contudo, no sistema agroflorestal o teor foi médio, sendo esse valor considerado como adequado (COCHRANE et al., 1985). No geral, os solos tropicais, com uma predominância argilas do tipo 1:1, são pobres em potássio. Esse nutriente é de extrema importância, principalmente, devido ao fato de aumentar a resistência das plantas às doenças, contribuir para o aumento de produtividade, auxiliar a planta em condições de estresse hídrico, entre outros fatores. Partes das plantas como cascas e pecíolos de inflorescência são ricos em potássio, sendo estas importantes fontes de nutriente que devem ser incorporados às áreas de plantio para manter a sustentabilidade do sistema (SANTOS, 2003).

Os teores de cálcio (Ca) e sódio (Na) apresentaram-se médios, denotando que os solos das duas áreas, como já evidenciado anteriormente, apresentam pouca acidez, o que aumenta a capacidade de troca de cátions favorecendo nutricionalmente as plantas presentes no sistema. Esses teores divergem dos resultados encontrados por Longo e Espíndola (2000) em solos na Amazônia após a implantação de pastagem.

## **5.0 CONCLUSÕES**

As mudas de Mogno (*Swtenia macrophylla*) tiveram um bom desenvolvimento quando inoculadas com os fungos micorrízicos arbusculares nos diferentes agroecossistemas, constituindo-se em uma alternativa sustentável de produção de mudas de essências florestais nativas para compor as áreas degradadas de agricultores familiares do Projeto de Assentamento Alegria em Marabá – PA.

## **6.0 REFERÊNCIAS**

ALEXANDER, I. N.; AHMAD, L. S. See. The role of mycorrhizae in the regeneration of some Malaysian forest trees. **Trans. R. Soc. Lond.**, 335 (1275): 379-388. 1992.

ALFAIA, S. S.; SILVA, N. M.; UGUEN, K.; NEVES, A. L.; DUPIN, B. 2007. **Pesquisa participativa para recuperação da produtividade de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental: o caso do projeto reca, nova califórnia, Rondônia**, In: Workshop Pan-Amazônico “Biodiversidade do Solo” Rio Branco. 26 a 29/09 (Disponível em: [http://www.iamazonica.org.br/conteudo/eventos/biodiversidadeSolo/pdf/resumos/Pinell\\_MeloE.pdf](http://www.iamazonica.org.br/conteudo/eventos/biodiversidadeSolo/pdf/resumos/Pinell_MeloE.pdf)). Acesso em: 06 /02 /2016

ALMEIDA, A. N. Madeiras tropicais: substituição do Mogno no mercado internacional. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIEDADE RURAL, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2007.

ALMEIDA, M. F. **Caracterização Agrometeorológica do município de Marabá/PA**, Marabá, 2008. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)- Universidade Federal do Pará, Colegiado de Ciências Agrárias, Marabá, 2007.

ALMEIDA, M.V. C et al. **Sistemas Agroflorestais como Alternativa Auto-Sustentável para o estado de Rondônia**. Porto Velho: Planaflores; PNUD, p. 14. 1995

AMADOR, D. B.; VIANA, V.M. Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p.105-110, dez. 1998.

ASB (Alternatives to Slash-and-Burn), Alternatives to Slash-and-Burn in Brazil - **Summary Report and Synthesis of Phase II**, Edited by Lewis et al., 100pp., Nairobi, Kenya, 2002.

ATTANASIO, C. M.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Manual de recuperação de matas ciliares para produtores rurais**. São Paulo: CATI, 2006. 60 p.

BARBOSA, J. H. C. **Dinâmica da serrapilheira em estágios sucessionais de Floresta Atlântica** (Reserva Biológica de Poço das Antas – RJ). 2000. 202 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

BARBOZA, E.; MOLINE, E. F. da V.; SCHLINDWEIN, J. A.; FARIAS, E. A. de P.; BRASILINO, M. F. Fertilidade de solos em Rondônia. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, vol.7, n.13; 2011. 586 p.

BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S.; FREIRE, M. B. G. dos S.; ARAÚJO, Q. R. de; FREIRE, F. J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sol da Bahia. **Revista Caatinga** (Mossoró, Brasil), v. 19, n. 4, p.415-425, 2006.

BARROS, E. A. NEVES, E. BLANCHART, E. FERNANDES, E. WANDELLI and P. Lavelle, Soil macrofauna community of Amazonian agroforestry systems, **Pedobiologia**, 47, 267-274, 2003.

BRUNDRETT, M. Mycorrhizas in natural ecosystems. *Advances on Ecological Research*. London, 21 (2): 171- 313. 1991.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rainforest species in light of successional processes. **Turrialba**15: 40-43. 1965

CALEGARI, L. Micorrizas e bactérias simbiotas. In: HOPPE, J. M. (Org.). Produção de sementes e mudas florestais. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, p 272-294. 2004.

CANELLAS, L. P.; BERNER, P. G.; SILVA, S. G. da; SILVA, M. B.; SANTOS, G. de A. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma topossequência no estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 133-143, 2000.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA J. O.; MOREIRA, F. M. S.; CARVALHO, D.; BOTELHO, S. A.; JUNIOR, O. J. S. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no Sudeste do Brasil. **Cerne**. Lavras, v. 4, n. 1, p. 129-145, 1998

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: observações de laboratórios naturais In: Congresso Florestal Brasileiro, 6o , Campos do Jordão, 1990. **Anais**, São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 216-21.

CERRI, C. E. P; LEHMANN, J; FEARNSTIDE, P. M; LUIZÃO, F. J. A manutenção da fertilidade do solo em sistemas manejados na Amazônia. **Amazonia and Global Change Geophysical Monograph**. Series 186, 2009. 311 – 336 p.

CERRI, C.E.P. K. COLEMAN, D.S. JENKINSON, M. BERNOUX, R.L. Victoria and C.C. Cerri, Soil carbon dynamics at Nova Vida Ranch, Amazon, Brazil, **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 67, 1879-1887, 2003.

COCHRANE, T.T. and P.A. Sanchez, editors, Land resources, soils and their management in the Amazon region: a state of knowledge report. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 1982.

COCHRANE, T.T.; SANCHES, L.G.; AZEVEDO, L. G. de; PORRAS, J.A.; GARVER, C.L. Land in Tropical America. Cali: CIAT; Planaltina: Embrapa-CPAC, V.3, 1985.

COMBE, J.; BUDOUWSKI, G. Clasificación de las técnicas agroforestales: una revisión de literatura. In: **Taller sistemas agroforestales em America Latina**. Turrialba: CATIE, 1979. p. 17-48.

CORDEIRO, Y. E. M. **Potencial de uso em recuperação de áreas degradadas: um estudo de três espécies nativas da Amazônia Oriental sob dois regimes hídricos**. Belém: UFAM, 2012. 89 P.

COSTA, R. S. C. **Micorrizas arbusculares em sistemas agroflorestais em duas comunidades rurais do Amazonas**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Amazonas -AM. 2010.

COUTO, J. M. F. **Germinação e morfogênese *in vitro* de mogno (*Swietenia macrophylla* King)**. 2002. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

COUTO, J. M. F.. Desinfestação e Germinação *in vitro* de sementes de Mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 633-642, set./out. 2004

- DANDAN, Z.; ZHIWEI, Z..Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the hort-dry valley of the Jinsha River, southwest China.**Appl. Soil Eco.**(Amsterdam) 37 (2): 118 – 128.2007
- DEMATTE, J. L. I. Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos da região amazônica. **Fundação Gargil**, Campinas, 215 p., 1988.
- DENSLOW, J. S. Tropical rainforest gaps and tree species diversity.**Annual Review of Ecology and Systematics** 18: 431-451. 1987.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BZEDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (eds.) Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of America**, 1994. p.3-21. (SpecialPublication, 35).
- EMBRAPA. Cultivo do algodão irrigado. Sistemas de Produção, 3. Brasília: Embrapa Algodão, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado/autores.htm> . Acesso em 02 de fevereiro 2016.
- EMBRAPA. Diversidade vegetal: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola. **Circular técnico**. Seropédica – RJ, 2004.
- ESTERIK, P. V. **Amamentação e segurança alimentar**.2012Disponível em: <<http://www.fbsan.org.br/amsalimentar/.htm>>.Acesso em 12 de fev. 2016
- FALESI, I.C. ; BAENA, A . R. C. Mogno-africano em sistema silvopastoril com leguminosas e revestimento natural do solo. Belém: Embrapa Amazônia Oriental,1999. 52p. (Embrapa Amazônia Oriental.Documentos, 4)
- FERNANDES, E.C.M., Y.;BIOT, C. CASTILLA, A. CANTO, J.C.S. MATOS, S. GARCIA, R. PERIN and E. Wandelli, The impact of selective logging and forest conversion for subsistence agriculture and pastures on terrestrial nutrient dynamics in the Amazon, **Ciencia e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science**,49, 34-47, 1997.
- FERREIRA, R. L. C. **Estrutura e dinâmica de uma floresta secundária de transição, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas, MG**. Viçosa – MG. 2000

FILHO, A.C.; CARDOSO, E. J. B. N.; **Detecção de fungos micorrízicosarbusculares em raízes de cafeeiro e de crotalária cultivada na entrelinha.** Brasília. v. 35. 10 p. 2000

FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C. **Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais.** Seropédica – RJ. 2001. 24 p.

FREITAS, J. L. **Sistemas agroflorestais e sua utilização como instrumento de uso da terra:** o caso dos pequenos agricultores da Ilha de Santana, Amapá, Brasil. 2008. 247 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2008

FUKUDA, C.; OTSUBO, A. A. Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil. In: EMBRAPA. *Sistemas de produção.* Brasília, DF, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de Produção, 7).

GLIESSMAM, S. R. **Agroecologia:** processos ecológicos em agricultura sustentável, Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005, 3.ed. 90 p

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.

GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A.; **Mogno na Amazônia brasileira:** Ecologia e perspectivas de manejo. Belém – PA. 2002. 36 p.

GULLISON, R. E.; PANFIL, S. N.; STROUSE, J. J.; HUBBELL, S. P.. Ecology and management of mahogany (*Swieteniamacrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. **Botanical Journal of the Linnean Society** 122: 9-34. 1996.

HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. de O.; FERREIRA, E. A.; MELO, P. C.R de Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. **Rev. Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p. 763-770, Setembro 2009.

HENTZ, A. M. **Ocorrência, caracterização e eficiência de fungos micorrízicosarbusculares e em *Eucalyptus grandis* e *Acácia mearnsii*.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria – RS. 2006. 136p.

HENTZ, A.M.; REIS, D.A.; VIEIRA, F.L.M.; PINHEIRO, A.R.; BOFF, V.L.; PEREIRA, F.D.; NASCIMENTO, S.F. Organismos edáficos como indicadores da qualidade dos solos da região sudeste do Pará: o saber acadêmico e a percepção do agricultor. In: PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS: SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR DA REGIÃO SUDESTE DO PARÁ. ORGS. HENTZ, A.M.; MANESCHY, R.Q. 2011..360p.

HOGBERG, P.; KVARNSTROM, M. Nitrogen fixation by the woody legume *Leucaena leucocephala* in Tanzania. **Plant Soil**, The Hague, 66 (1): 21-28. 1982.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. 2001 “**Manual dos Assentados e Assentadas da Reforma Agrária**”. Brasília-DF: M. A. G. Castilho, M. L. P. Silva & M. S. M. Magalhães.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. 2002 **SDTT - Divisão de Ordenamento Territorial**. MDA-Incra-SDTT-cartografia/geoprocessamento.

ISERNHAGEN, I.; RODRIGUES, R. R. **Recuperação de áreas degradadas: uma proposta para o cerrado da bacia hidrográfica do Rio São Lourenço, Mato Grosso**. 1. ed. Brasília, DF: FAMATO / TNC / SEMA, 2008. 32 p.

JANOS, D. P. Tropical mycorrhizae, nutrients cycles and plant growth, p. 327-345. In S. L. Sutton, T. C. Whitmore & A. C. Chadwick (Ed.). **Tropical Rain Forest. Blackwell Scientific Publications**. Oxford. 1983 540 p.

JASPER, D.A, L. K. Abbott & A. D. Robson. 1991. The effect of soil disturbance on vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in soils from different vegetation types. **New Phytologist**, 118 (2): 471-476.

KATO, O.R., M.S. KATO, T.A. SáandR. Figueiredo, Plantio direto na capoeira, **Ciência e Ambiente**, 29, 99-111, 2004.

KAUFFMAN, J.B., D.L. Cummings and D.E. Ward, Fire in the Brazilian Amazon. 2. Biomass, nutrient pools and losses in cattle pastures, **Oecologia**, 113, 415-427, 1998.

LAMBAIS, M. R.; CARDOSO, E. J. B. N. Avaliação da germinação de esporos de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e da colonização micorrízica de

*Stylosanthes guianensis* em solo ácido e distrófico. **R. bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 12, p. 249-255, 1988.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI, R.; BERTOLINI, D. **Manual para levantamento utilitário do meio biofísico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira Ciência do Solo, 1991. 175 p.

LIEBERMAN, D. 1996. Demography of tropical tree seedlings: a review. In: Ecology of tropical forest tree seedlings (M.D. Swaine, ed.). UNESCO/Parthenon, Paris, p.131-138.

LIMA, A. de A.; CARVALHO, E. B. de; BORGES, A. L. **Manejo de plantas infestantes na cultura do maracujá amarelo**. Embrapa-Cruz das Almas, BA, p.1-6, 1994. (Circular técnica 70)

LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R. Alterações em características químicas de solos da região amazônica pela introdução de pastagens. **ACTA Amazônica**, 30 (1), p. 71-80. 2000.

LOPES, A. S.; COX, F. R. Relação de características físicas, químicas e mineralógicas com fixação de fósforo em solos sob cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 3. p.82-88, 1979)

LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.; ZAMBOLIM, L. Características das Micorrizas Vesículo-Arbusculares e seus Efeitos no Crescimento das Plantas. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, 1983.

MARIN, A. M. P. **Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo**. 2002. 83f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.

MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; COBRA NETTO, A.; KIEHL, J. C. **Fertilidade do solo**. Nobel, São Paulo, 400p. 1988.

MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; FERREIRA NETO, P. S. Cultivo de café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos degradados. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 375-383, mai./jun. 2001.

MERKLE, S. A.; NAIRN, J. Hardwood tree biotechnology. **In vitro Cellular and Development Biology-Plant**, v. 41, p. 602-619, 2005.

MIRANDA, E. M.; MIRANDA, K. R. **Propagação vegetativa do Mogno (*Swieteniamacrophyllaking*) por enraizamento de estacas semilenhosa em câmara úmida.** Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2000. 15 p. (Circular Técnica, 32).

MORAN, E.F., E.S. BRONDIZIO, J.M. TUCKER, M.C. Silva-Forsberg, S. McCracken and I. Falesi, Effects of soil fertility and land-use on forest succession in Amazonia. **Forest Ecology Management**, 139, 93-108, 2000.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do solo.** Lavras: Editora - UFLA. 625p. 2006.

NAIR, P. K. R.; DAGAR, J. C. In approach to developing methodologies for evaluating agroforestry sistms in India. **Agroforestry Systems**, Heidebberg, v. 16, n. 1, p. 15-81, oct. 1991.

NASCIMENTO, M. P. S. C. B. 2014. **Germinação de leguminosas forrageiras nativas submetidas a tratamentos para quebra da impermeabilidade do tegumento.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014. 37 p. (Boletim de Pesquisa, 5).

NASCIMENTO, S.F. **ESTUDO DA DEPENDÊNCIA MICORRÍZICA DO JATOBÁ (*HYMENAEA COURBARIL L.*) CULTIVADO EM DIFERENTES SUBSTRATOS.** Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá da Universidade Federal do Pará. Marabá – PA. 35p. 2011.

NEPSTAD, D.C.; UHL, S.; SERRÃO, E.S. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. **Ambio**, 20 (4) : 248-55. 1991.

NEVES, Y. Y. B. **Características de diferentes sistemas de uso do solo em Cruzeiro do Sul – Acre.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras – MG. 104 p. 2013

NICHOLAIDES, J. J. I.; SANCHEZ, P. A.; BANDY D. E.; VILLACHIA, J. H., COUTU, A. J.; VALVERDE, C. S. Cropproduction systems in theAmazonBasin. *In: E. Moran (ed.) TheDilemma of Amazonian Development, Westview*.p. 101-153. 1983.

OLIVEIRA, A. N. **Fungos micorrízicosarbusculares e teores de nutrientes em plantas de cupuaçu e guaraná de um sistema agroflorestal na região de Manaus, AM.** INPA/UFAM. (Dissertação de Mestrado). 150p. 2001.

OLIVEIRA, L. A. Ocupação racional da Amazônia: o caminho para preservar. *In: Val, A. L.; Fligliuolo, R.; Feldberger, E. (Eds) Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos Perspectivas.* p. 47-52. 1991

PALM, C.A., VOSTI, S. A.; SANCHEZ.AND, P.; ERICKSEN, P. I. *Slash-and-Burn Agriculture – the Search for Alternatives*, Columbia University Press, New York, USA, 2005.

PENNINGTON, T. D.; STYLES, B. T.; TAYLER, A. H. *Meliaceae. Flora Neotropica Monograph 28: 1-472.* 1981.

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

PROCTOR, J. Tropical Forest litterfall. *In: SUTTON, S. L.; WHITMORE, T. C.; CHADWICK, RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, Ceres, 343 p., 1991.*

RASCON, N. et al. Atividade da redutase do nitrato em folhas de plantas jovens de mogno (*Swieteniamacrophylla* King R. A) submetidas ao estresse hídrico e à reidratação. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 930-932, jul. 2007. Suplemento

REDENTE, E.F.; MCLENDON, T.; DEPUIT, E.J. Manipulation of vegetation community dynamics for degraded land rehabilitation. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1o, Belo Horizonte, 1993. Anais*, Viçosa, Minas Gerais, Sociedade de Investigações Florestais, 1993. p. 265-278.

RIBEIRO, J.E. **Flora da reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central.** Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. Manaus, AM. 375 pp. 1999.

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

RODRIGUES, A.C.G. Ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais na região tropical: Funcionalidade e Sustentabilidade. In: MULLER, M.W.; RODRIGUES, A.C.G.; BRANDÃO, I.C.F.L.; SERÓDIO, M.H.C.F., (eds.) **Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida**. Ilhéus: CEPLAC, 2004. p. 67-88.

ROSS, S.M.; J.B. THORNES, S. Nortcliff, Soil hydrology, nutrient and erosional response to the clearance of terra firme forest, Maracá Island, Roraima, northern Brazil, **Geographical Journal**, 156, 267-282, 1990.

SANCHES, P. A. **Properties and management of soil in the tropics**. New York, wiley, 619 p., 1976.

SANTOS, A. M. G. **Aproveitamento de resíduos das culturas de cupuaçu (*Theobromagrandiflorum*) e pupunha (*Bactrisgasipaes*) como adubo orgânico em sistemas agroflorestais na Amazônia**. 2000. 49 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Amazonas. Manaus.

SANTOS, R. A.; TUCCI, C. A. F.; HARA, W. G. S. **Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swieteniamacrophyllaking*)**. vol. 38(3) 2008: 453 – 458. **Avaliação do desenvolvimento de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L), inoculadas com Fungos MicorrízicosArbusculares, para serem utilizadas na comunidade indígena Kyikatêjê**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá, da Universidade Federal do Pará. 2011. Marabá – PA. 60p.

SIBINEL, A. H. M. **Resposta da leguminosa *Mimosaartemisiana* à inoculação de diferentes fungos arbusculares na recuperação de áreas degradadas**. Seropédica, 2003. 57f (Dissertação de Mestrado)– Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia.

SIEVERDING, E. Vesicular-arbuscular mycorrhizae management in tropical agrosystems. Technical cooperation. Federal Republic Germany, **Eschborn**. 371p. 1991.

SILVA, D. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A. H.; SOUZA, F. S.; MARTINS, S. G.; MACEDO, R. L. G. Atributos do solo em sistemas agroflorestais,

cultivo convencional e floresta nativa. **REA – Revista de estudos ambientais (Online)** v.13, n. 1, p. 77-86 jan.jun. 2011

SILVA, L.F.C.; SIQUEIRA, J.O. Crescimento e teores de nutrientes de mudas de abacateiro, mangueira e mamoeiro sob influência de diferentes espécies de fungos micorrízicosvesículoarbusculares. **Rev. bras. Ciênc. Solo**, v.15, p.283-288, 1991.

SILVEIRA, A. P. D., **Micorrizas**. In: CARDOSO, E.I.B.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. eds.**Microbiologia do Solo**. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, P. 257-282, 1992.

SILVEIRA, A.P.D. **Micorrizas**. In: **Cardoso, E.I.B., TSAI, S.M. & Neves, M.C.P.eds.** Microbiologia do solo. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1992.

SIQUEIRA, J. O. Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas. Lavras: UFLA/DCS e DCF, 1996. 290p.

SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares, p. 151-194. In R. S. Araújo& M. Hungria.(Ed.). **Microrganismos de importância agrícola**. Embrapa, Brasília. 1994. 327 p.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Lavras, ESAL/FAEPE, 236p. 1988.

SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. **Microbiologia do solo e sustentabilidade agrícola: enfoque em fertilidade do solo e nutrição vegetal**. In: **Reunião Brasileira em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, 22, 1996.

SMITH, D. M. **The practice of silviculture**. 8th ed. New York: J. Wiley, 1986. 527 p.

SMITH, S. E.; GIANINAZZI, P. V.; KOIDE, R.; CAIRNEY, J. W. G. 1994. Nutrient transport in mycorrhizas: structure, physiology and consequences for efficiency of the symbiosis. **Plante Soil** 159 (1): 103 – 113.

SMYTH, T. J. Manejo da fertilidade do solo para a produção sustentada de cultivos na Amazônia. In: **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. **Soc. Bras. de Ciência do Solo**, Viçosa, 71-93 p. 1996.

- SOUSA, T. E. L. Distribuição de palmeiras (Arecaceae) no longo de gradientes ambientais no baixo interflúvio Purus-Madeira, Brasil [dissertação]. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/FAM; 2007.
- SOUZA, A. V.; PEREIRA, A. M. S. Enraizamento de plantas cultivadas *in vitro*. *Revista Brasileira de plantas Mediciniais*, v. 9, p. 103-117, 2007.
- SOUZA, E. T. S. **Multiplicação *in vitro* de mogno (*Khayasenegalensis*)**. Tese de mestrado. Universidade Federal de Lavras – MG. 2013. 118 p.
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75: 81-86. 1988
- TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de Mogno (*Swietenia macrophylla* King). *Acta Amazônica*, Manaus, v. 39, n. 2, p. 289-294, 2009.
- TUCCI, C.; PINTO, F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno. *In: 29º Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Ribeirão Preto. CD-ROM do 29 CBCS*. 2003
- VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; TARIFA, R. **A exploração de um recurso florestal amazônico de alto valor: o caso do mogno**. 2. ed. Belém: C. Uhl, 2002. 166 p.
- VIEIRA, T. A. et al. Gênero e sistemas agroflorestais: o caso de Igarapé-Açu, Pará, Brasil. *Revista Ciências Agrárias*, Belém, v. 50, p. 143-154, jul./dez. 2008.
- WOOMER, P.L.; PALM, C.A.; ALEGREJ, C.; CASTILLA, D.G.; CORDEIRO, K.; HAIRIAH, J.; KOTTO-SAME, A.; MOUKAM, A.; REISE, V.; RODRIGUES, M. van Noordwijk, Slash-and-burn effects on carbon stocks in the humid tropics, *Global Climate Change and Tropical Ecosystems*, edited by Lal, R., J.M. Kimble and B.A. Stewart, pp. 99-115, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 1999.