



UFAM

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS PPG-CIFA**

**Antonio Carlos Santos Silva**

**ASPECTOS NUTRICIONAIS E OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS  
EM PAU-ROSA (*Aniba duckei kosterm*) e MOGNO (*Swietenia macrophylla  
king*) EM PROPRIEDADES RURAIS DA COMUNIDADE DO BRASILEIRINHO,  
MANAUS**

Manaus  
2006



UFAM

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS PPG-CIFA**

**ASPECTOS NUTRICIONAIS E OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS  
EM PAU-ROSA (*Aniba duckei kosterm*) e MOGNO (*Swietenia macrophylla  
king*) EM PROPRIEDADES RURAIS DA COMUNIDADE DO BRASILEIRINHO,  
MANAUS**

**Antonio Carlos Santos Silva**

Orientador: Prof. Dr. Francisco Adilson dos Santos Hara

Dissertação, submetido à consideração da coordenação do programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas como exigência para o título de Mestre.

Manaus  
2006

Antonio Carlos Santos Silva

**ASPECTOS NUTRICIONAIS E OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS EM PAU-ROSA (*Aniba duckei kosterm*) e MOGNO (*Swietenia macrophylla king*) EM PROPRIEDADES RURAIS DA COMUNIDADE DO BRASILEIRINHO, MANAUS.**

Dissertação, submetido à consideração da coordenação do programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Francisco Adilson dos Santos Hara - Orientador  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Luiz Antonio de Oliveira – Eng. Agr. Ph.D.  
Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia

Prof. Dr. Carlos Moises Medeiros  
Universidade Federal do Amazonas

Manaus  
2006

## 1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia existe um grande número de espécies florestais, muitas com reconhecido valor econômico e outras como ainda a ser comprovado. Entretanto, com a excessiva extração de madeira, que é caracterizada pelo extrativismo por aniquilamento (OLIVEIRA, 1999 a), aliados a crescente ação antrópica, como o desflorestamento para fins agropecuários (GASCIB & MOUTINHO, 1998), a retirada da floresta nativa e a remoção dos horizontes superficiais do solo para a retirada de petróleo e gás natural, provocando a diminuição significativa da biomassa microbiana e da fertilidade do solo (MOREIRA, 2005), ou seja, tem sido responsável pela rápida perda da biodiversidade e põe outras espécies sob ameaça de extinção (REIS, 1996), levando a um desenvolvimento social, ecológico e econômico insustentável (UHI *et al*, 1998).

Segundo o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), em 2001, mais de 570 Km<sup>2</sup> de florestas já foram desmatados na Amazônia (MMA/SBF, 2002), principalmente para a implantação de projetos agropecuários, queimadas, retirada de madeira nobre, Mineração, resultando em perda da diversidade e degradação da fauna, flora, solos e etc. (MONTANGNINI, 1992). Isso se deve ao fato de pouco investimento em pesquisa que definam melhor o uso dos solos com relação ao sistema de produção sustentável a longo prazo e ecologicamente correto (HARA, 2000).

Na Amazônia, os solos de terra firmes em sua maioria, apresentam uma acidez elevada e deficiência elevada de nutrientes, o que impede o satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas, limitando seu uso na agricultura regional (NICHOLAIDES *et al.*, 1983; EMBRAPA, 1990; OLIVEIRA *et al.*, 1999b). As espécies florestais estão muito mais adaptadas a essas condições

edafoclimáticas que as culturas tradicionais e introduzidas de outras regiões. Embora sejam mais adaptados poucos estudos foram feitos até o momento em relação às suas necessidades nutricionais, e sobre as concentrações de nutrientes normalmente encontradas nestas plantas. Isso leva a uma necessidade de recuperação florestal nas áreas alteradas, visando uma manutenção dos sistemas florestais nativos e secundários através de uma produção florestal e agro-florestal com fins socioeconômicos ou de restauração ambiental da floresta (WILLERDING & OLIVEIRA, 2005). Uma forma de controlar esse problema é conhecer a diversidade da floresta, as características das espécies de plantas e suas possíveis associações com outros organismos, principalmente os simbióticos, para um posterior uso em sistemas florestais com rendimento sustentado. Neste sentido entender como as plantas se relacionam com os microorganismos do solo, principalmente aqueles que auxiliam na nutrição das mesmas, sustentando os seus estabelecimentos nos ecossistemas, que é de fundamental importância para iniciativa de recuperação de áreas degradadas ou para desenvolvimento de sistemas produtivos de baixo impacto na natureza.

As espécies florestais regionais apresentam mecanismos capazes de absorver os nutrientes liberados pela decomposição, podendo ter uma contribuição da microbiota do solo, principalmente dos fungos micorrízicos (OLIVEIRA, 1991 a). Neste contexto estão envolvidas as associações micorrízicas simbióticas formadas entre fungos e raízes da maioria das espécies vegetais florestais, constituindo em uma estratégia que as plantas desenvolveram para se adaptarem aos solos ácidos e de baixa fertilidade da Amazônia, o que é importante para sobrevivência e desenvolvimento das espécies (ORDINOLA, 2002).

Esta associação com fungos (micorrízicos), pode ser um dos possíveis mecanismos para a sua boa adaptação a esses ambientes degradados ou alterados, já que as micorrizas, colonizam as raízes das árvores, resultando em micélio abundante na rizosfera, ajudando na absorção de nutrientes do solo e do húmus, caracterizando a natureza mutualista da associação (SIQUEIRA & FRANCO, 1988). Os benefícios da simbiose para o hospedeiro resultam em melhorias no estado nutricional da planta, melhor utilização e conservação de nutrientes no sistema, menores perdas por estresses de natureza biótica ou abiótica (BALOTA & COLOZZI-FILHO, 1994). Elas também aumentam absorção de água pelas plantas e faz com que as mesmas suportem por um maior tempo o estresse hídrico.

Desde suas descobertas, as pesquisas com micorrizas têm demonstrado o efeito benéfico destas associações no estabelecimento e desenvolvimento de plantas em solos de baixa fertilidade (SCHENCK, 1984 *apud* OLIVEIRA, 1999 a). A utilização de associações que possam tornar as plantas altamente eficientes no uso dos nutrientes do solo, principalmente o fósforo, nas condições dos solos regionais é fundamental, e esta eficiência pode estar relacionada com uma melhor associação com os microorganismos do solo.

No entanto, existem poucos estudos sobre os efeitos de micorrização em espécies de plantas da Amazônia. Para se obter maior informação ecológica sobre a microbiota de um solo, é fundamental proceder-se a um levantamento funcional dos microorganismos, o que reflete num melhor conhecimento de suas atividades. Esse conhecimento é mais importante do que a simples quantificação de unidades taxonômicas (CARDOSO, 1992). Pois, muitos estudos têm demonstrado resultados positivos da implantação de Sistemas Agroflorestais

(SAF) sobre sua produtividade e a sustentabilidade, principalmente quando usadas espécies adaptadas a solos de baixa fertilidade, que possuem associação micorrízicas (ORDINOLA, 2002).

As associações micorrízicas atuam como extensões do sistema radicular das plantas, aumentando a capacidade das mesmas em absorver nutrientes e melhorando seus estados nutricionais e fisiológicos. A característica ou atributo mais conhecido das micorrizas é sua capacidade de absorver íons de baixa mobilidade no solo, destacando-se assim, o aumento na absorção de fósforo pelas plantas (GAIAD, 1996), (SILVEIRA & CARDOSO. 2004), que é absorvido pelas hifas micorrízicas e estocado nos tecidos dos fungos como grânulos de polifosfato inorgânicos, sendo remobilizado quando a absorção do P do solo for insuficiente para o crescimento da planta (GROVE *et al*, 1996, *apud*, RODRIGUES *et al*, 2003), levando a planta a um maior desenvolvimento e mais rápido nesses ambientes estressantes (degradados ou perturbados por ação antrópica).

Porém, estudos recentes têm demonstrado que as micorrizas possuem uma função ecológica mais ampla, atuando na ciclagem de nutrientes (NEWMAN, 1988, *apud* GAIAD, 1996), na estabilidade de agregados do solo, na diminuição de ocorrência de doenças e na capacidade de suportar estresse hídrico. Assim as micorrizas podem desenvolver papel fundamental na recuperação de ecossistema degradada (GAIAD, 1966), bem como, na recuperação de ambientes apenas perturbados.

Existem plantas com grande potencial para o desenvolvimento mais sustentável em áreas que já foram descaracterizadas, dando mais subsídios para que os sistemas produtivos com essas espécies (Potencial econômico) em

propriedades rurais sejam mais eficazes e auxiliem na sua viabilidade ecológica e econômica, como o Pau-rosa (*Aniba duckei kosterm*) e Mogno (*Swietenia macrophylla, King*), que podem estar associadas a algumas espécies de fungos (associações micorrízicas) podendo ser um dos mecanismos de adaptação aos solos ácidos distróficos da Amazônia, para o seu desenvolvimento nestes locais.

Os produtores reconhecem que o estado atual da exploração do pau-rosa levará a extinção da atividade extrativa na região, à institucionalização de práticas ilícitas, e ao empobrecimento maior das 2 mil pessoas envolvidas na produção que no passado empregava 30 mil pessoas. A introdução do linalol sintético no mercado nos anos 80 provocou marcante decréscimo das atividades de extração. Hoje apenas seis produtores continuam em atividade significativa, todos atuando no estado do Amazonas (MARTINS, 2002).

Atualmente várias espécies florestais estão ameaçadas de extinção, dentre as quais pode se destacar o Mogno (*Swietenia macrophylla, King*) como uma das principais, devido a forte pressão de exploração sofrida pelo alto valor econômico de sua madeira, que no Mercado Internacional chega a valores acima de US\$ 1.000 (mil dólares) o metro cúbico (FUNATURA, 1992).

Ao nível internacional são bastante fortes as pressões de organizações ambientalistas para a sua comercialização onde a cada ano, na Convenção Internacional das Espécies Ameaçadas de Extinção, principalmente provocados pelos países Bolívia e Estados Unidos, a espécie é tema de pauta. Como forma de amenizar a exploração em áreas de ocorrência natural, plantios comerciais estão sendo instalados, porém o sucesso destes povoamentos depende de pesquisas que busquem novas técnicas silviculturas e novas áreas de adaptação da espécie (FLOR, 1985).



## **2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. Amazônia Brasileira.**

#### **2.1.1. Principais aspectos econômicos, sociais e ambientais.**

Na Amazônia, o ecossistema de terra firme caracteriza-se por solos de baixa fertilidade e elevada acidez, sendo os que apresentam maiores problemas para um manejo sustentável (NICOLAIDES *et al.*,1983: EMBRAPA, 1990: OLIVEIRA, 2001a,b). Em adição a essas características, a maioria dos agricultores não possui recursos financeiros para desenvolver uma agricultura pautada no insumo agrícola. Em vista disso torna-se necessário desenvolver sistemas de cultivo com espécies mais adaptadas às condições adafoclimáticas da Amazônia (OLIVEIRA, 1991, *apud* OLIVEIRA, 2001 a, b).

A utilização de técnicas convencionais de exploração agrícola nesses solos tem resultados, invariavelmente, degradação dos mesmos, com conseqüente abandono das áreas. Além disso, o sistema tradicional de agricultura migratória vem sofrendo rupturas, modificações e substituições pelo aumento da pressão populacional, bem como por migrantes não familiarizados com os trópicos úmidos ou com as práticas de uso de terras tradicionais que permitem o cultivo de terras recém derrubadas. Isto tem resultado em períodos de pousio mais curtos, declínio da fertilidade e excessiva erosão do solo (SILVA Jr, 2004). Tal fato tem serias explicações socioeconômicas e ambientais, constituindo um entrave ao desenvolvimento da região. Sob o ponto de vista ambiental, tais explicações transcendem as fronteiras da região amazônica, quer pela perda da biodiversidade, fonte de recursos genéticos para a agricultura e indústria, quer pelas possíveis alterações climáticas, resultantes da perturbação dos ciclos

hidrológicos em decorrência da perda da cobertura florestal (MOUTINHO E RODRIGUES, 2003); (SILVA Jr, 2004).

Segundo Flores *et al* 1991, cometa também que a pobreza nutricional e as altas pressões biológicas existentes na região, são responsáveis pelo não sucesso das atividades agropecuários tradicionais.

Uma das principais características regionais responsáveis pelo o abandono das áreas cultivadas, e a descapitalização da maioria dos agricultores, impedido assim, a recuperação da fertilidade do solo, utilizando suas áreas por 2 a 3 anos, abandonando-as em seguida (OLIVEIRA, 2001 a b), gerando conseqüências citadas a cima.

Diante do atual processo de degradação dos solos regionais, torna-se necessária a implantação de sistemas de produção mais estáveis, que melhor conservem os recursos naturais, tendo custo mais baixo e sejam mais produtivos, como o Sistema Agroflorestal (SAF).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são uma combinação integrada de árvores, arbustos, cultivos agrícolas e, ou, animais na mesma área, de maneira simultânea ou seqüencial, que buscam a otimização da agregação de valores socioeconômico-culturais e ambientais, com potencial para constituírem uma modalidade sustentável de uso e manejo dos recursos naturais (MAC DICKEN & VERGARA, 1990) *apud* (ARATO *et al*, 2003).

A utilização de sistemas agroflorestais tem sido, nas últimas décadas, bastante difundida como alternativa para recuperação de áreas degradadas, atribuindo-se à combinação de espécies arbóreas com culturas agrícolas e, ou, animais a melhoria nas propriedades físico-químicas de solos degradados, bem

como na atividade de microrganismos, considerando a possibilidade de um grande número de fontes de matéria orgânica (MENDONÇA *et al.*, 2001).

Um dos maiores desafios enfrentados pelo homem, no mundo e na Amazônia, é o de promover o desenvolvimento sem agredir a natureza. Uma estratégia para obter esse intento seria, talvez, combinar inovações técnicas com conhecimentos empíricos visando criar alternativas que contribuam para reduzir agravos sócio-econômicos e progresso agroflorestal (EMBRAPA, 1998) *Apud* (SANTOS, *et al* 2004). No contexto da produção agrícola, sistema de uso da terra que envolve a integração de árvores ou outras espécies perenes lenhosas com cultivos agrícolas e/ou pecuária, visando obter como resultado dessa associação à racionalização e o melhor aproveitamento do uso dos recursos naturais envolvidos no sistema de produção (YARED *et al.*, 1998) é referido como uma alternativa válida para alcançar esse objetivo. Frequentemente, os SAF são vistos como opção para ajudar a frear o desmatamento, por quebrar a predominância do ciclo de agricultura migratória e pecuária extensiva praticadas na Amazônia, sendo opção para gerar lucros significativos em áreas relativamente pequenas (SERRÃO, 1995; SMITH *et al.*, 1998). Os SAF podem apresentar várias classificações ou tipos. Na Amazônia devido à dinâmica da sucessão vegetal e diversidade natural a classificação pode ser ainda mais variada e indefinida (SANTOS, *et al* 2004). O SAF tradicional apresenta alta diversidade específica e genética, maior uso de regeneração natural, grande número de espécies para subsistência e menor uso de insumos e mão-de-obra. O SAF comercial apresenta baixa diversidade específica e genética, menor uso da regeneração natural, grande número de espécies para fins de comercialização e maior uso de insumos e mão-de-obra (SANTOS, *et al* 2004). Uma agrofloresta bem manejada assegura

o fornecimento contínuo de produtos úteis ao consumo e venda; pode ser ainda, importante instrumento para alcançar objetivos sócio-econômicos, como fixar o produtor em sua terra, reduzir a expansão da fronteira agrícola e melhorar a qualidade de vida das populações (ARIMA *et al.*, 1998), explicando assim, o risco de usar monocultivos na região e da necessidade de substituí-lo por sistemas agroflorestais (OLIVEIRA, 1991 a) *apud* (OLIVEIRA 2001 b).

## **2. OBJETIVO GERAL**

- Caracteriza os aspectos nutricionais e ocorrência de fungos micorrízicos em pau-rosa (*Aniba duckei kosterm*) e mogno (*Swietenia macrophylla king*) em propriedades rurais da comunidade do brasileirinho, no município de Manaus.

### **2. 1.OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Correlacionar os aspectos nutricionais das plantas de Pau-rosa (*Aniba duckei kosterm*) e Mogno (*Swietenia macrophylla, King*) com as características químicas dos solos das propriedades.

- Correlacionar os aspectos nutricionais das plantas de Pau-rosa (*Aniba duckei kosterm*) e Mogno (*Swietenia macrophylla, King*) com os períodos de seca (agosto) e chuvoso (Dezembro e Janeiro) da região.

- Avaliar o potencial infectivo do solo, através da concentração de esporos, e correlacioná-los com a taxa de infecções micorrízicas.

- Correlacionar os aspectos nutricionais das plantas de Pau-rosa (*Aniba duckei kosterm*) e Mogno (*Swietenia macrophylla, King*) com os períodos de seca

(agosto) e chuvoso (Dezembro e Março) da região, com a taxa de infecções micorrízicas.

- Avaliar a intensidade de infecção micorrízicas no período chuvoso (Março) nas espécies de Pau-rosa (*Aniba duckei kosterm*) e Mogno (*Swietenia macrophylla, King*)

### **3. Fungos Micorrízicos Arbusculares**

#### **3.1. Associação Micorrizica**

São associações mutualista que está presente na maior parte de plantas vasculares e resultando dessa simbiose o incremento da absorção dos elementos minerais, enquanto o fungo obtém compostos de carbonos derivados de fotossíntese (ALLEM, 1992).

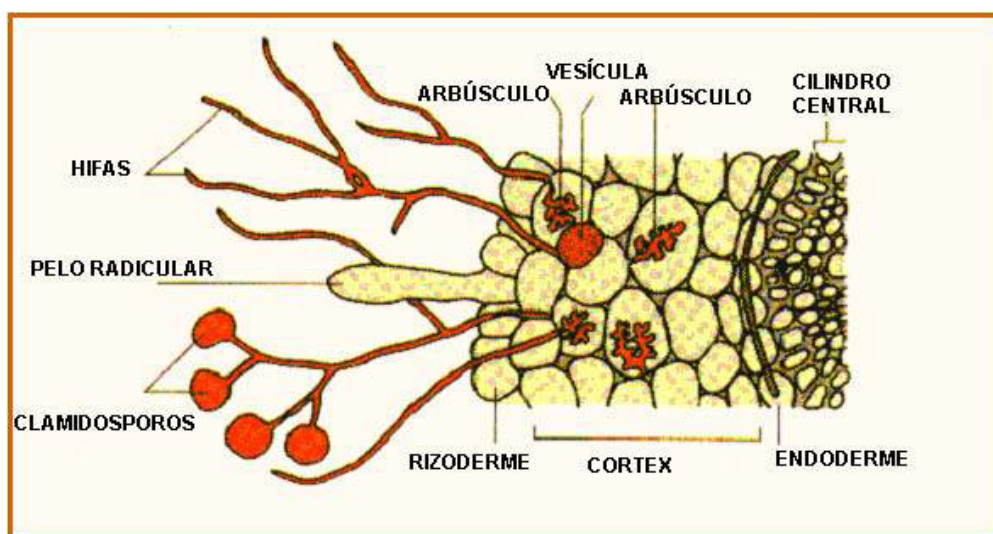
Dessa forma a planta tem acesso a um maior quantidade de água e de alimentos nutricionais do solo, incrementando o seu crescimento e desenvolvimento, além de otimizar a resistência ao estresse biótico e abiótico (AMORIM, 2004).

Siqueira (1991), relata que o mutualismo entre o fungo e as raízes é favorecido pela existência de uma fase biotrófica persistente, compatibilidade estrutural e fisiológica entre os parceiros e pela habilidade dos simbiontes de atuarem de maneira regulável.

Ainda com Siqueira (1991), podemos classificar as micorrizas, conforme a morfologia das raízes colonizadas agrupando-as em Ectomicorrizas, Ectendomicorrizas e Endomicorrizas (Quadro 1) dos quais diferem substancialmente em relação a outras características funcionais e ecológicas.

As Ectomicorrizas, são caracterizadas pela penetração intercelular do micélio fungico, formação de rede Harting, no interior do córtex, e manto, que se desenvolve ao redor do segmento das raízes colonizadas. Além destas características anatômicas, são ainda evidentes as modificações morfológicas nas raízes colonizadas. Enquanto que Ectendomicorrizas, que são geralmente ectomicorrizas com penetração intracelular, havendo diferenças anatômicas em função da planta hospedeira, em sub-grupos das Pinaceae, e das Ericales do gênero *Arbustos* e *Monotropa*.

As endomicorrizas apresentam generalizadas e sub-divididas em Orquidoides (Orchidaceae x *Rhizoctonia*), Ericoides (ordem Ericales x Ascomicetos) e Vesículo-arbusculares ou Arbusculares (maioria das espécies x Zigomicetos). Elas caracterizam-se pela ausência de manto externo, alterações morfológicas visíveis e pela penetração inter e intracelular do fungo no córtex (figura 1). As ericoides e orquidoides, bem como os outros dois tipos, são de ocorrência restrita a certos ecossistemas e de pouco interesse agrônomo (OLIVEIRA, 2001 b; SIQUEIRA, 1991).



Fonte: [www.tipimic.com.br](http://www.tipimic.com.br)

### **3.2. Ocorrência e Distribuição dos FMA.**

Levantamentos feitos em varias regiões do mundo mostram que as MFA são abundantes em todo mundo, colonizando a maioria das plantas, desde Briófitas e Pteridofitas ate Gimnospermas Angiospermas, e praticamente todas famílias, com exceção de algumas monocotiledôneas como Commelinaceae, Cyperaceae e Juncaceae e dicotiledônea como Brassicaceae, Fumariaceae e Urticaceae (SILVEIRA, 1992) *apud* (FILHO & BALOTA, 1994); Ocorrem generalizadamente, estando presente em todo região tropical, temperadas e árticas, incluindo densas florestas, áreas cultivadas, dunas e desertos, sugerindo relevante papel das FMA no desenvolvimento e manutenção das comunidades vegetais (LOPES et al, 1983; FILHO & BALOTA, 1994; SIQUEIRA, 1988).

Nos trópicos, elas são em torno de 10 vezes mais abundantes e ocorre na maioria das espécies vegetais. Sendo encontradas em 97% das Fanerógamas, incluindo quase todas as espécies de interesse agrônômico, pastoril e varias florestais, além de serem importantes para a composição florística e a estabilidades dos ecossistemas naturais (SIQUEIRA, 1988). Estima-se que os fungos micorrízicos arbusculares ocorre aproximadamente em 300 mil espécies, sendo tão velhas quanto as espécies de plantas terrestres, sendo conhecidas atualmente cerca de 150 especies de fungos (OLIVEIRA, 2001 b).

**Quadro 1.** Características diferenciais dos diversos tipos de micorrizas. Adaptado de Siqueira (1991) *apud* (Oliveira, 2001).

<b>Tipos de Micorrizas</b>	<b>Principais características</b>
<b>Ectomicorriza</b>	Arvores e Arbustos, especialmente as de clima temperados. Maioria Basidioicetos e poucos Ascomicetos ( $\pm$ 5000 ssp). Predomina em climas temperados e menos comum nos trópicos. Penetração apenas intercelular. Formação do manto e alteração. Morfológica visível a olho desarmado.
<b>Ectendomicorriza</b>	Membros ericales como Arbutos e Monotropa. Basidiomicetos, muitos dos quais são ectomicorrizicos. Penetração inter e intracelular, manto (facultativo). Acentuada modificação morfológica na raiz.



Elevada especificidade hospedeira.

---

**Arbuscular**

Ocorrência na maioria das plantas vasculares ( $\pm$  300 mil ssp).  
Zigomicetos da ordem glomales ( $\pm$  140 ssp).  
Cosmopolita, mas tipo predominante no trópicos.  
Penetração inter intracelular (arbusculares).  
Vesículas em certas espécies e esporos característicos.  
Fungo asseptado e biotrófico obrigatório.  
Sem evidncia de especificidade hospedeira.

---

**Ericoide**

Membros Ericales com raízes finas (*Colluna* e *Vaccinium*).  
Ocorrência muito reduzida, restrita a certos ecossistemas.  
Elevada especificidade hospedeira.  
Ascomicetos (septados) com penetração inter e intracelular.

---

**Orquidoide**

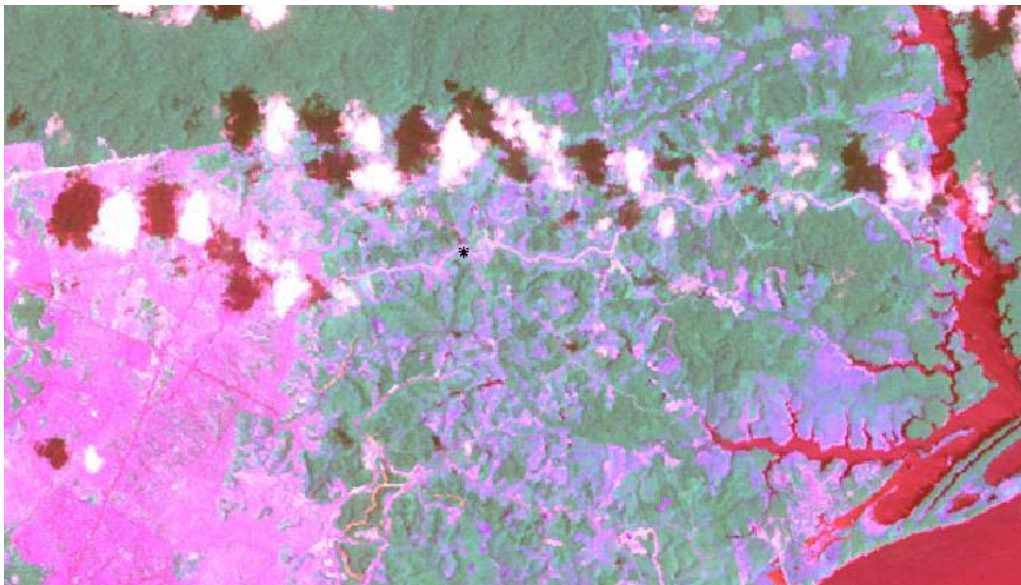
Membros Orchidaceae com estirpes de *Rhizoctonia* (septado).  
Ocorre nas florestas tropicais e Temperadas.  
Penetração inter e intracelular (pelotoes).  
Alta especificidade hospedeira.

---

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização da área de estudo**

O trabalho foi realizado na comunidade do Brasileirinho, a qual encontra-se no limite da cidade (Zona Leste) de Manaus – AM, com as bordas da floresta, numa área invadida da SUFRAMA, na Estrada do Puraquequara. As coordenadas geográficas da área são 3° 01' 20" Latitude e 59° 53' 45" Longitude (figura 1), numa altitude de 92 metros acima do nível do mar. O clima é classificado com Afi, de acordo com a classificação de Köppen. A umidade relativa média do ar é bastante elevada, igual ou superior a 80%. A unidade de solo que predomina na região é o Latossolo Amarelo.



**Fonte: SIPAM 2004. \* Local pesquisado.**

As propriedades do Brasileirinho caracterizam-se por apresentarem além de espécies frutíferas, as espécies florestais Pau-rosa (*Aniba duckei*), Cedro (*Cedrela fissilis*), Andiroba (*Carapa guianensis*), Cumaru (*Dipteryx odorata*), Mogno (*Swietenia macrophylla*), Maçaranduba (*Manilkara huberi*), Seringueira (*Hevea brasiliensis*) e Jatobá (*Hymenea courbaril*) (Tabela 1), introduzidas na comunidade no período de março a maio de 2001 pelo projeto de enriquecimento de propriedades rurais com espécies vegetais de valores econômicos do CPCA / INPA, com Angelim (*Dinuzia excelsa duckei*), Acácia mangium, Breu sp. e Cumarurana *Dipteryx polyphylla* (Ducke) Hub.

Tabela 1: Número de mudas de Essências Florestais nativas introduzidas na comunidade do Brasileirinho (Willerding, comunicação pessoal).

Nome Comum	Nome Científico	Nº de Mudanças
<b>Pau-rosa</b>	<i>Aniba duckei</i>	<b>1670</b>
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	900
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	300
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i>	300
<b>Mogno</b>	<i>Swietenia macrophylla</i>	<b>300</b>
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>	132
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	132
Jatobá	<i>Hymenea courbaril</i>	50

## ÁREA DE ESTUDO

### Seleção das áreas de amostragem

As propriedades utilizadas no experimento foram selecionadas do levantamento feito em 28 propriedades da comunidade do Brasileirinho, no período de outubro de 2000 a março de 2001. As coletas foram realizadas em quatro propriedades, com as seguintes espécies Pau-rosa (*Aniba duckei kosterm*) e Mogno (*Swietenia macrophylla, King*). Essas propriedades estão localizadas ao longo do Ramal do Brasileirinho, desde o Km 06 até o Km 10, no sentido Manaus-Brasileirinho.

As propriedades listadas por ordem decrescente de área total sofreram derrubada da mata seguida de queima para a implantação dos sistemas agroflorestais, sendo uma há oito anos (1 tabela 2) e duas há sete anos (3, 4) e a 2, com quatro ano, tabela 2). São realizadas roçagens quando necessário e as propriedades não recebem nenhum tipo de adubação.

Tabela 2. Características gerais das propriedades utilizadas no estudo do aspecto nutricional e ocorrência de FMA em espécies florestais da Amazônia.

Propriedade	Área (há)	Capoeira (anos)	Desmatada (anos)	Permanência (anos)	Manejo (solo)	Localização Km	Espécie
P <sub>1</sub>	26	0	0	8	Roçagem	10	E <sub>1</sub>
P <sub>2</sub>	6	2	0	4	Roçagem	10	E <sub>2</sub>
P <sub>3</sub>	4	2	2	7	Roçagem	06	E <sub>1</sub>
P <sub>4</sub>	-	2	2	7	Roçagem	06	E <sub>2</sub>

P<sub>1</sub> – Kátia; P<sub>2</sub> – Inácia; P<sub>3</sub> – Maranhão; P<sub>4</sub> – João  
E<sub>1</sub> – Pau-rosa e E<sub>2</sub> – Mogno.

### Sistema de Coleta e Delineamento Experimental

Em cada propriedade, coletou-se um espécie no total de 10 plantas, sendo 5 de estatura baixa (algumas apresentam deficiências visuais de nutrientes) e 5 de estatura alta (sem deficiências visuais de nutrientes). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2x2, 2x3x2 e 2x2, representado as espécies (Pau-rosa Mogno), épocas (Agos-05, Dez-05 e Mac-06) e áreas 1 e 2 para cada espécie nas propriedades citadas acima), sendo cada uma com 10 repetições, realizadas coletas de folhas, raízes e solos rizosféricos, totalizando 30 amostras em cada propriedade.

## **COLETAS DE FOLHAS, RAÍZES E SOLOS RIZOSFÉRICOS**

As coletas de folhas, raízes e solos rizosféricos foram realizados de forma sistemática segundo a metodologia descrita em Oliveira *et al.* (1999). Os materiais coletados de raízes e solos rizosféricos foram acondicionados em sacos plásticos. As folhas foram colocadas em sacos de papel devidamente etiquetados.

### **Coleta de folhas**

As folhas foram retiradas do terço superior da copa, segundo Van Den Driessche (1974) e separadas em três classes: das extremidades dos ramos (novas), intermediárias ou medianas (médias) e basais (velhas), conforme Dall'orto *et al.* (1976), para as determinações de macro e micronutrientes segundo a metodologia da EMBRAPA (1988).

## **Coleta de raízes**

Para a coleta de raízes foi utilizado uma pá de jardinagem, para escavação ao longo da raiz principal oriunda da base do tronco de um indivíduo arbóreo, até encontrar as raízes secundárias que apresentem o diâmetro adequado para análise da quantificação do nível de colonização micorrízicas. Foram coletados cerca de 150g de raízes pequenas com cerca de 2mm de diâmetro.

## **Coleta de solos**

Para a coleta de solo rizosféricos foi utilizado uma pá de jardinagem, retirando-se o solo do local de onde se retirou a amostra de raízes (cerca de 200g), para as análises químicas.

## **ANÁLISES DE FUNGOS MICORRÍZICOS NAS RAÍZES E NO SOLO**

As análises de colonização micorrízicas e de número de esporos de fungos micorrízicos no solo foram realizados no Laboratório de Microbiologia do Solo, localizado na Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônômicas do INPA.

A presença dos fungos micorrízicos nas raízes será avaliada pelos métodos que serão descritos abaixo. Essas metodologias consistem no clareamento e coloração das raízes para posterior avaliação de uma possível taxa de infecção pelos fungos.

Após a coleta em campo, no laboratório, foram cortados cerca de 50 pedaços de raízes por planta, de aproximadamente um centímetro de comprimento cada, e de espessura inferior a 2 mm, os quais foram colocados em tubos de ensaio, sendo um tubo para cada planta (repetição) e submetidos ao método de coloração de Phillips & Hayman (1970), Kormanick *et al.* (1980), Abbot & Robson (1981) e St. John & Uhl (1983), descrito a seguir:

Os segmentos de raízes frescas/planta foram aquecidos em KOH (10%) a 90° C por uma hora, desprezando-se a solução e lavando-os com água (pelo menos três vezes). Logo após, as raízes foram lavadas com uma solução de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (água oxigenada) e em seguida com HCl (3%) por cinco minutos, para uma melhor visualização do material. A solução será novamente desprezada e as amostras foram novamente lavadas com água. Em seguida adicionou-se o corante Tryplan Blue, sendo aquecido por uma hora a 90° C, para posterior visualização das estruturas micorrízicas arbusculares. As lâminas foram montadas contendo cada uma em média 20 fragmentos de raízes, que foram consideradas positivas com relação à infecção de fragmentos que apresente presenças de hifas, ou arbúsculos, ou vesículas ou ainda, de estruturas conjugadas dessas citadas. Em relação às hifas foram consideradas positivas para fungos micorrízicos, aquelas que não apresentarem septos, que é características dos fungos Zigomicetos, ou seja, fungos não patogênicos.

## **ANÁLISES QUÍMICAS DOS SOLOS E FOLHAS**

As análises químicas dos solos e das folhas foram realizadas no Laboratório Temático de Solos e Plantas, localizado na Coordenação de Pesquisas Agrônomicas do INPA, pelos métodos de análise em uso.

### **Análises Químicas dos Solos**

As amostras de solo foram secas ao ar e peneiradas. Posteriormente, serão feitas as análises químicas das mesmas, a partir de metodologias descritas em Vettori (1969) e Embrapa (1997).

As amostras do solo foram analisadas para N, P (g/kg); K, Ca, Mg (cmol<sub>d</sub>/kg); Cu, Zn, Fé, Mn (mg/kg); Al, H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> (cmol<sub>d</sub>/kg); pH e teor de C orgânico.

### **Determinação de N, P, K**

O **N** (g/kg) foram determinados por digestão sulfúrica pelo método semi-micro Kjeldahl, enquanto o **P** (g/kg), foi extraído com solução extratora HCl 0,05 1N e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 IN (Melich 1) e determinado por colorimetria com vanadato-molibdato de amônio. Já o **K** (cmol<sub>d</sub>/kg), foi extraído com HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup> e determinados por fotometria de chama.

### **Determinação de Ca, Mg Zn, Fé, Mn, Al, pH e C orgânico**

Os elementos **Ca, Mg, Zn, Fé e Mn** foram extraídos com KCl IN e determinados por espectrofotometria de absorção atômica, enquanto o Al será extraído com KCl IN e determinado por titulometria. Já a acidez potencial H<sup>+</sup> +



A $1^{3+}$  será medida por extração com solução tamponada de acetato de cálcio 1N pH 7.0 e o pH será medido em água destilada (1:2, 5).

O **C** será determinado por oxidação via úmida com dicromato de potássio em ácido sulfúrico.

### **Análises Químicas de folhas**

Foram realizadas análises de tecidos foliares, seguindo as determinações químicas descritas pela Embrapa (1988). As folhas foram secas em estufa a 65°C até peso constante (72 horas), sendo em seguida moídas em moinho com 1mm de malha, antes das determinações químicas.

Foram avaliados os teores de N, determinado por digestão sulfúrica pelo método semi-micro-Kjeldahl, enquanto que os demais nutrientes (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fé e Mn) foram determinados pelas análises de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fé e Mn; Foram realizadas por digestão úmida HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub> (3:1) e medidos por espectrofotometria de absorção atômica.

### **Intensidade de Micorrização nas raízes**

A intensidade dos fungos micorrízicos foi feita dividindo o fragmento de 1 cm aproximadamente em quatro partes iguais, correspondendo cada parte em 25, 50, 75 e 100% de colonização, podendo ser hifas, vesículas, arbusculos ou ambas ao mesmo tempo em cada parte da raiz, sendo em seguida, anotado o valor da intensidade da colonização para a ser feita a análise estatística .

### **Análise Estatística dos Dados**

O dados foram submetidos à análise de variância. Os efeitos dos tratamentos e interações foram analisados pelo teste **F** aos níveis de 1% e 5% de probabilidade. Foram realizadas análises de correlações entre os nutrientes das plantas, solos e a taxa de infecção, quantidades de esporos e intensidade em porcentagem de fungos micorrizicos. As análises estatísticas referentes aos dados obtidos foram feitas segundo Ferreira (2000). Utilizar-se-á o programa ESTAT versão 2.0. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as interações desdobradas, empregando-se o teste de tukey a 1% e 5% de probabilidades para contraste das medias dos tratamentos.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CARDOSO. E. J. B. N. *Microbiologia do solo; Sociedade Brasileira de Ciências do solo*. Campinas-SP. Ed. Guanabara, 1992. 360p.

EMBRAPA. 1988. **Análise foliar**: Laboratório de Análises de Solos e Plantas. Centro Nacional de Pesquisas de Seringueira e Dendê. Manaus-AM. 8p.

EMBRAPA. 1997. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. EMBRAPA, Rio de Janeiro-RJ, 212p.

EMBRAPA. 1979. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. EMBRAPA, Rio de Janeiro-RJ, 220p.

FLOR, H. M. **Florestas Tropicais. Como intervir sem devastar**. Ícone Editora. 1985.

GAIAD, Sérgio. **Micorrizas uma ferramenta na recuperação de áreas degradadas: Recuperação de áreas degradadas 3º curso de atualização 12 a 16 de Fev**. 1996. Curitiba-PR.

GIOVANETTI, M. I; MOSSE, B. **Na evolution of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots**. New Phytol, 84: 489-500. 1980.

HARA, F. A. S. **Estudo Ecológico sobre rizóbia em condições ácidas e de baixa fertilidade da Amazônia**. Tese de Doutorado. Manaus-AM, 2002.

<http://www.jardindeflores.com.br/destaque/rosapau.asp>, Acessado em 10/07/2005, às 16h.

<http://www.jardindeflores.com.br>, Acessado em 09/07/2005, às 15h.

MARTINS, José Pedro. **Fragrâncias da Floresta**. Jornal da UNICAMP 182 – 29 de julho a 04 de agosto de 2002.

MONTAGNINI, F. **Sistemas agroflorestais; princípios y aplicaciones em los trópicos**. Costa rica: Organización para Estúdios Tropicales. 662p.

OLIVEIRA, L. A. 1991. **Ocupação racional da Amazônia: o caminho para preservar.** In: Val, L. A.; Figliuolo, R.; Feldberg, E. (eds). Bases Científicas para Estratégia de Preservação e Desenvolvimento d Amazônia: Fatos e Perspectivas. Vol. I. p. 47-52.

OLIVEIRA, L. A.; Guitton, T. L.; Moreira, F. W. 1999. **Relações entre as colonizações por fungos micorrízicos arbusculares e teores de nutrientes foliares em oito espécies florestais da Amazônia.** *Acta Amazônica.* 29(2): 183-193.

ORDINOLA, J. L. E. Gallardo *et al.* **Ocorrência de micorrizas arbusculares nas raízes em algumas espécies agroflorestais.** 1º Congresso de estudantes e bolsistas do experimento LBA, Belém, 18 a 20 de março de 2002.

PEREIRA, E. G; Siqueira, J. O; Curi, N.; Moreira, F. M. S. & Purcino, A. A. C. 1996. **Efeitos da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio.** *Rev. Bras. Fisiol. Veg.* 8 (1): 59-65.

PEREIRA, RICARDO DA SILVA. FERNANDES, VANDERSON TELLES. **Comportamento ecofisiológico do Mogno (*Swietenia macrophylla*, King), no município de Miguel Pereira-RJ.** *Floresta e Ambiente.* Vol. 5 (1):139 a 145. Jan/Dez de 1998.

RIBEIRO, J. E. L. S. *et al.* **Flora da reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central.** INPA. 1999. Manaus. P. 174, il.

REIS, M. S. dos. **Manejo sustentado de plantas medicinais em ecossistemas tropicais.** In: DI STASI, L. C. (organizador) **Plantas Medicinais: arte e ciência. Um guia de estudo multidisciplinar.** 1 ed. São Paulo: Ed. Unesp, 1996, p.199-215.

RODRIGUES, L. A. *et al.* **Uso de micorrizas e rizobio em cultivo consorciado de Eucalipto e Sesbânia. II – Absorção e eficiência de utilização de fósforo e frações fosfatadas.** Universidade Estadual do Norte-Fluminense – UENF, 2003.

RODRIGUES, L. A.; Martins, M. A. & Salomão, M. S. M. B. 2003. **Uso de micorrizas e Rizóbio em cultivo consorciado de eucalipto e sesbânia. II – Absorção e eficiência de utilização de fósforo e frações fosfatadas.** R. Brás. Ci. Solo, 27:593-599.

SILVA, F. C. **Manual de Análise Química de Solos, Plantas e Fertilizantes.** EMBRAPA, Brasília. 1999.

SILVEIRA, A. P. Dias e CARDOSO, E. J. B. Nogueira. **Arbuscular mycorrhiza and kinetic parameters of phosphorus absorption by bean plants.** Sci. Agricultura, V – 61, nº 2, pág 203-209. 2004.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO A. A. **Biotechnology do solo: Fundamentos e Perspectivas.** Ciências Agrárias no Trópicos Brasileiros. MEC – Ministério da Educação, ABEAS; Lavras: ESAL, FEPE. Brasília. 1988.

UHL, C. Barreto, P.; Veríssimo, A.; Barros, A. C.; Amaral, P.; Vidal, E. 1998. **Uma abordagem integrada de pesquisa sobre o manejo dos recursos florestais na Amazônia brasileira.** In: **Gascon, C.; Moutinho, P. (Eds.) 1998. Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Ministério da Ciência.

WILLERDING, André Luis; OLIVEIRA, Luiz Antonio. 2005. **Diagnóstico de um projeto de enriquecimento floresta na Comunidade do Brasileirinho, Manaus, Amazonas.** Acta amazônica 35 (4):421-426.

MOREIRA, Francisco Wesem *et al.* 2005. **Colonização radicular por fungos micorrízicos arbusculares em plantas de clareiras da Província Petrolífera de Urucu, Amazonas.** Anais – Congresso Internacional Piatam. Manaus.

MOUTINHO, Paulo e RODRIGUES, Liana, 2003. **Desmatamento pode tornar a Amazônia mais quente**. Revista Observatório da Cidadania – Pará 02 – políticas públicas e controle popular. Belém: Fórum da Amazônia Oriental,

FERREIRA, Paulo Vanderlei, 2000. Estatística Experimental Aplicada a Agronomia. 3 ed. EDUFAL. Maceió.