

Chamada Pública 09/2012
APOIO A PROJETOS - FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA & FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO

ANEXO I

1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

PROTOCOLO Nº.

TÍTULO DO PROJETO: Aplicação de comunidades nativas de fungos micorrízicos arbusculares estabelecidas em floresta ombrófila mista na produção de mudas de *Araucaria angustifolia*

ÁREA DE CONHECIMENTO: Micologia 1.22.1.3

INSTITUIÇÃO PROPONENTE/CAMPUS: Universidade Estadual de Maringá, Campus de Maringá

HISTÓRICO DA INSTITUIÇÃO RESPONSÁVEL PELO PROJETO

No ano de 1986, foram criados os dois primeiros cursos de mestrado, sendo um em Ciências Biológicas e o outro em Química Aplicada. Atualmente, são ofertados 14 cursos de mestrado. A partir de 1992 a UEM implantou o regime seriado para seus cursos de graduação. Novos currículos tiveram que ser elaborados, agora com a obrigatoriedade de cada curso ter um projeto pedagógico conduzindo à identidade profissional, facilitando a avaliação da qualidade do ensino que a instituição oferece. O regime de créditos remanescente ficou somente para os alunos em fase final de curso. Os discentes das demais fases foram adaptados ao novo regime seriado. No ano de 1996, o sistema de créditos foi totalmente extinto.

A verticalização do ensino é uma das formas mais apropriadas para se alcançar uma melhoria do ensino na Universidade e para se ter pesquisas de boa qualidade. Além disso, ela propicia a formação de grupos de pesquisa e de núcleos interdisciplinares. Como consequência, em geral, não só se estabiliza o pessoal qualificado existente como aumenta. Hoje, a verticalização já é uma realidade institucional, como se constata a seguir. Em 1990, foi iniciado o curso de mestrado em Engenharia Química; em 1991, teve início o curso de mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais e, sob esta mesma denominação, em 1992, teve início o primeiro curso de doutorado da UEM. Em 1993, foi criado e teve início o curso de mestrado em Zootecnia e ainda foram criados os cursos de mestrado em Economia e Direito, iniciados em 1994. No ano de 1995, teve início o curso de mestrado em Agronomia (Produção Vegetal).

As atividades de pesquisa tiveram aumento significativo a partir de 1979, acompanhando o aumento de projetos, houve diversificação de áreas de pesquisa e a necessidade de se estender suas bases tanto para coleta de dados de campo como para levar essas atividades a outros lugares. Para dar suporte a isso, surgiram os campi de Porto Rico, Cidade Gaúcha e Diamante do Norte.

Contribuíram para esse crescimento, dentre outras condições básicas, a melhoria da qualificação pessoal, uma progressiva flexibilidade de atribuições de encargos pelos departamentos, um aumento na captação de recursos externos, a regulamentação da Dedicção Exclusiva (DE) e posteriormente do regime de trabalho Tempo Integral e Dedicção Exclusiva (TIDE), a estruturação e implantação da Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação (DPG) e, mais recentemente, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PPG). Mais recentemente, o Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão, analisando proposta elaborada pela comunidade acadêmica da UEM sob coordenação da Pró-

Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, regulamentou as atividades de pesquisa com uma legislação cuja preocupação principal é com a qualidade da pesquisa. Atualmente, a UEM conta com 98 grupos de pesquisa cadastrados junto ao CNPq.

Com tal investimento, os frutos começam a aparecer. A UEM foi destaque na mídia local e estadual durante a semana passada por conta de um ranking elaborado pela Capes e que coloca a Instituição como a primeira do interior do Paraná em produção de conhecimento científico, além do 20º lugar na classificação entre as melhores do Brasil. O volume de publicações científicas da UEM, segundo o ranking, só é superado dentro do Estado pela Universidade Federal do Paraná. A classificação da Capes foi realizada com a base internacional de dados Web of Science e é referente à produção das universidades brasileiras até o ano passado.

Em outro ranking, elaborado pela Webometrics (www.webometrics.info), datado de julho deste ano, a UEM aparece na 71ª posição entre as Universidades na América Latina e 1.864ª no mundo. Na classificação entre as 100 melhores universidades do Brasil, a UEM ocupa a 29ª posição. Pela classificação da Capes, o aumento da produção da UEM foi de 377% em dez anos. Em 1996, a universidade contava com 62 artigos no banco internacional de dados, que reúne publicações de revistas científicas conceituadas.

A UEM também alcançou o 31º lugar no Ranking Iberoamericano SIR (SCImago Research Institutions), realizado pelo Grupo SCImago. A terceira edição do Ranking, divulgada na semana passada, traz uma lista de 1.401 instituições de ensino superior de países dos países ibero-americanos que publicaram pelo menos um artigo científico indexado na base de dados Scopus no período de 2006 a 2010. A UEM apresenta um índice de 2.910 no indicador de Produção Científica, que mede o número de documentos publicados por cada instituição. Na edição anterior do ranking, a colocação da UEM foi a mesma (31º), mas com o indicador de Produção Científica de 2.507.

O Ranking SIR apresenta quatro indicadores que retratam a investigação das instituições e oferecem um meio de análise para avaliar o rendimento científico. Além da Produção Científica, utiliza taxa de Colaboração Internacional, a Qualidade Científica Média e a taxa de Publicação em Revistas de Prestígio, que apontam, respectivamente, o grau de internacionalização, a visibilidade científica e a capacidade que têm as instituições de ensino superior para publicar nas revistas mais prestigiadas.

FORMA DE CONTRIBUIÇÃO DA INSTITUIÇÃO RESPONSÁVEL PELO PROJETO

- Disponibilização de equipamentos, materiais para cultivo (vasos, fertilizantes, calcário, argila expandida ≈ R\$ 600,00), materiais para a coleta e preservação (sacos plásticos, sacos de papel Kraft, potes plásticos para esporos, raízes fixadas e raízes coradas (≈ R\$ 400,00), material para confecção de lâminas (lâminas e lamínulas de vidro, pipeta, esmalte ≈ R\$ 200,00) e estrutura física para montagem e condução dos experimentos.
- Custeio com água e energia elétrica.
- Disponibilização de reagentes (nutrientes para solução de Hoagland, ácido láctico e glicerina para solução preservante das raízes, corante azul de tripano para coloração das raízes, sacarose para extração dos esporos, álcool polivinílico e cloral hidratado para a resina usada na montagem dos esporos nas lâminas materiais de coleta, materiais para processamento e preservação das amostras de raízes, esporos e plantas (≈ R\$ 3.000,00).
- Custeio das análises químicas do solo (macro e micronutrientes) e da biomassa da parte aérea (concentração de fósforo) das plântulas dos segundo ensaio (variando de R\$ 1.440,00 a R\$ 4.320,00).
- Custos com as viagens, como diária do motorista (≈ R\$ 1.200,00) e combustível (cerca de 1500 litros que representa ≈ R\$ 4.200,00).
- Disponibilização de pessoal (apoio técnico) para a manutenção das plantas durante o período de condução dos experimentos em vasos.
- Geração e transposição de conhecimento científico para fundamentação de atividades de extensão (aplicadas).

COORDENADOR: Profa. Dra. Rosilaine Carrenho

2. LINHA TEMÁTICA (ATENÇÃO: SELECIONAR APENAS UMA OPÇÃO):

- (x) Ações e pesquisa para a conservação de espécies e comunidades silvestres em ecossistemas naturais;
- () Ações para implementação de políticas voltadas à conservação de ecossistemas naturais;
- () Ações para a restauração de ecossistemas naturais;
- () Ações para prevenção ou controle de espécies invasoras;
- () Estudos para criação ou manejo de unidades de conservação;
- () Pesquisa sobre vulnerabilidade, impacto e adaptação de espécies e ecossistemas às variáveis climáticas.

3. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA PESQUISA

Caso pertinente, envie arquivos anexos como mapas, fotos, documentos no formato PDF via SigAraucária.

3.1 Biomas

Bioma Principal: () Cerrado () Marinho (x) Mata Atlântica

Bioma(s) Secundário(s): () Cerrado () Marinho () Mata Atlântica

3.2. Unidades de Conservação

Parque Estadual Pico Paraná; Parque Nacional dos Campos Gerais; Floresta Nacional de Piraí do Sul; Reserva Biológica das Perobas; Floresta Nacional de Assungui; e Parque Estadual das Lauráceas.

3.3 Detalhes adicionais

As autorizações do SISBIO e IAP não apresentam todas as unidades a serem investigadas. Assim, pelo SISBIO eu solicitei a Unidade Reserva Biológica de Guaraqueçaba, que é a mais próxima do Parque Estadual das Lauráceas, previsto pelo IAP.

4. SÍNTESE/RESUMO:

A Floresta Ombrófila Mista (FLOM) se apresenta profundamente fragmentada pela excessiva exploração de seus recursos. *Araucaria angustifolia* é um componente importante para este sistema, e por anos sofreu significativas perdas em suas populações, especialmente pelo uso indiscriminado de sua madeira. Esta espécie apresenta acentuada dependência à associação micorrízica arbuscular, que melhora o estado nutricional da planta. Em áreas degradadas, as comunidades de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) apresentam baixa riqueza, e nestas condições, a simbiose micorrízica pode não apresentar perfil mutualista, uma vez que a seleção imposta pelas alterações ambientais tende a favorecer espécies de FMA resistentes aos estresses, que geralmente apresentam baixa eficiência simbiótica, e podem comprometer o crescimento das plantas hospedeiras, que já se encontram numa condição limitante. A produção de mudas de Araucária pode ser acompanhada da inoculação com FMA nativos de FLOM, que pode favorecer a fixação destas na área a ser revegetada. Porém, estes precisam ser eficientes na produção de benefícios para a planta. Desta forma, é necessário investigar o potencial que os FMA nativos possuem. A identificação das espécies dos micobiontes e o estabelecimento de ensaios com solo inóculo proveniente de áreas sujeitas a intervenções de diferentes naturezas

(composição florística, estágio da sucessão) podem gerar dados que subsidiem ações positivas na recomposição e preservação dos fragmentos florestais existentes no Paraná. A determinação da eficiência simbiótica de diferentes comunidades de FMA em diferentes níveis de fertilidade do solo pode revelar qual o melhor inóculo a ser utilizado em uma dada situação. A multiplicação em vasos dos propágulos de FMA oriundos do campo pode tornar-se uma ferramenta para a produção de inóculo. Além disso, a multiplicação pode contribuir para a preservação das espécies de FMA, uma vez que os isolados serão mantidos numa coleção de culturas. Variáveis ambientais podem influenciar indiretamente as respostas da associação micorrízica por agir diretamente sobre os participantes micorrízicos. Perda de espécies eficientes nas comunidades de FMA ou alterações na formação e morfologia das raízes podem produzir danos irreparáveis para as espécies de plantas que apresentam elevada dependência micorrízica

5. JUSTIFICATIVA

Ao avaliar o potencial de espécies nativas para uso em programas de revegetação, normalmente não são levados em consideração aspectos relacionados com o grau de dependência que estas apresentam à associação micorrízica e os benefícios advindos da mesma. Espécies de plantas dependentes da associação micorrízica, podem apresentar elevada responsividade quando cultivadas em vasos, durante a fase de produção de mudas, mas não ter a mesma resposta em campo, pois ao serem colonizadas pelos FMA nativos, podem ter seu crescimento limitado caso a partição de compostos orgânicos seja desigual, favorecendo o crescimento do fungo. Nesta situação, a associação micorrízica deixa de ser benéfica, e ocasiona depressão do crescimento da planta hospedeira. Se a importância da preservação da espécie a ser transplantada for grande, como no caso de plantas ameaçadas ou vulneráveis à extinção, a forma como essa deve ser produzida e levada à campo, passa a constituir um fator de relevância em programas de revegetação. Desta forma, propõe-se que o escopo de variáveis a serem analisadas seja aumentado, de modo que as necessidades das plantas durante o processo de colonização do ambiente sejam evidenciadas.

6. METODOLOGIA

O estudo terá três etapas, uma realizada em campo e duas em casa de vegetação, e será fundamentado em dois aspectos: 1) composição florística e regiões de estabelecimento da Floresta Ombrófila Mista; e 2) estádios de sucessão. Ambos os aspectos serão investigados a partir de variáveis consideradas importantes para o desenvolvimento das plantas de Araucária. Em campo serão realizadas coletas de plantas, solo e raízes no sub-bosque de espécimes de araucária. O solo proveniente do campo servirá de inóculo para os ensaios em vaso, que avaliarão a eficiência das comunidades nativas de FMA, e de espécies de FMA nativos isoladas no ensaio de multiplicação de propágulos.

ÁREAS

No estudo relacionado ao processo de formação da floresta (sucessão secundária) serão avaliadas áreas em três estádios da recomposição: inicial, médio e avançado (Parque Estadual das Lauráceas - Adrianópolis). No estudo relacionado com a composição vegetal da floresta de Araucária serão avaliadas cinco áreas, segundo a ocorrência: Floresta Ombrófila Mista (Floresta Nacional de Assungui – Campo Largo); ecótono desta com a Floresta Estacional Semidecidual (Reserva Biológica Biológicas das Perobas – Cianorte, Tuneiras do Oeste); ecótono com a Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual Pico Paraná - Morretes, Antonina); ecótono com a região dos Campos

(Parque Nacional dos Campos Gerais (Ponta Grossa, Palmeira, Teixeira Soares); e Floresta Reflorestada (Floresta Nacional de Pirai do Sul).

CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DAS PLANTAS-ALVO PARA A AMOSTRAGEM DE SOLO-INÓCULO

- Vitalidade: as copas também foram classificadas de acordo com a vitalidade e distribuição da copa no eixo da árvore. Para avaliar a vitalidade será observada a quantidade de folhas verdes e distribuição destas na copa das árvores bem como sanidade.
- Disposição dos galhos: em relação à disposição dos galhos no eixo da árvore, avaliar-se-á se estes estão distribuídos em quatro quadrantes, e de forma homogênea.

COLETA DE SOLO E DE RAÍZES

Amostras de solo serão retiradas da camada superficial (0-20 cm), numa área de 20 cm², destituído de serrapilheira, utilizando-se pá de alumínio e tesoura de poda. As raízes presentes nestas amostras serão separadas e armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados. O solo também será acondicionado em sacos plásticos.

Em cada área, serão amostrados vinte indivíduos de Araucária cuja localização será definida aleatoriamente dentro de um quadrante de 100 m². De cada indivíduo, serão retiradas quatro amostras simples nos limites da copa, uma em cada direção cardinal, que serão misturadas e constituirão uma amostra composta. No estudo relacionado com a composição florística também serão coletadas amostras de solo e raízes de plantas estabelecidas em associação com uma espécie arbórea, diferente de Araucária.

COLETA DE PLANTAS CO-OCORRENTES NO SUB-BOSQUE

Partes vegetativas e reprodutivas das plantas estabelecidas nos limites internos da área de projeção da copa de Araucária serão coletadas com auxílio de tesoura de poda e prensadas em campo, sendo posteriormente secas em estufa.

VARIÁVEIS A SEREM INVESTIGADAS

- *In situ*
- Variáveis Morfométricas das Plantas-Alvo

Para descrever as relações dimensionais das plantas de Araucária, serão investigadas as seguintes variáveis:

Lc: comprimento da copa, em metros;

dc: diâmetro da copa, em metros;

fc: forma da copa, em valor absoluto, em que:

$$fc = \frac{dc}{Lc}$$

Sendo: dc = diâmetro de copa, em metros; Lc = comprimento de copa em metros

O índice formal de copa estima a influência das árvores vizinhas na expansão lateral da copa da árvore considerada.

- Variáveis de Concorrência

Para as variáveis de concorrência, a estimativa do espaço horizontal ocupado por cada planta-alvo em relação a suas vizinhas será avaliada pelos seguintes índices de competição:

Índice de Glover e Hool (PRODAN et al., 1997)

$$I_{GH} = \frac{d_i^2}{\bar{d}^2}$$

Sendo: d_i = diâmetro da árvore considerada, em centímetros; $\bar{d}$ = diâmetro médio das seis árvores vizinhas da considerada, em centímetros.

Este índice relaciona a dimensão da árvore considerada com a dimensão média das árvores vizinhas, dentro de uma área previamente estabelecida. Então, quanto menor for o índice, maior será a concorrência sofrida pela árvore.

Índice de BAL Modificado (Basal area larger)

$$BAL = \sum_{i=1}^n g$$

Sendo: n = número de árvores com circunferência a altura do peito maior que a planta-alvo no ponto amostral; g = área transversal, em metros quadrados.

O índice de BAL busca quantificar a concorrência por espaço entre as árvores, considerando como competidoras aquelas com área basal maior que a árvore considerada. Logo, quanto maior o índice, maior a competição exercida sobre o indivíduo considerado (DELLA-FLORA, 2001).

- Coleta das Espécies de Plantas Co-Ocorrentes no Sub-Bosque

As plantas coletadas no sub-bosque e estabelecidas nos limites da copa de Araucária (e outras arbóreas investigadas no estudo da composição florística da FLOM) serão herborizadas, identificadas taxonomicamente e incluídas no acervo do Herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM).

No laboratório

- Número de Raízes Vivas

Das amostras preservadas em álcool, um grama de raízes será utilizado para avaliação da vitalidade. Para isso, estas serão coradas com uma solução de vermelho congo por um período de duas a quatro horas, seguido de lavagem em etanol (95%). As raízes vivas, coradas de vermelho claro, serão quantificadas e armazenadas em solução

de etanol 25%. O número relativo de raízes vivas será determinado pelo número de raízes vivas dividido pelo número total de raízes, sendo expresso em porcentagem.

- Colonização Micorrízica Arbuscular

Um grama de raízes será retirado da amostra fixada em álcool 70%, e estas serão lavadas sob água corrente, utilizando-se uma peneira fina, e posteriormente levadas ao banho-maria em tubos preenchidos com KOH 10%, para clareamento do córtex. Depois serão novamente lavadas em água corrente e acidificadas com HCl 5%. Então, serão coradas com azul de tripiano, em banho-maria (PHILLIPS; HAYMAN, 1970).

A avaliação da colonização radical será realizada inicialmente sob microscópio estereoscópio, segundo metodologia descrita por Giovannetti e Mosse (1980). Caso o clareamento seja insuficiente para a observação do córtex radical, as raízes serão montadas em lâminas e observadas em microscópio óptico, e a quantificação da colonização seguirá os critérios estabelecidos por Trouvelot, Kough e Gianinazzi-Pearson (1986). A quantificação será feita por estrutura observada, sendo determinadas as porcentagens específicas de arbúsculos, vesículas e hifas intra-radicaís, e a porcentagem total.

- Número de Esporos de FMA

Os esporos provenientes do campo serão extraídos do solo a partir do peneiramento por via úmida (GERDEMANN; NICOLSON, 1963) e da centrifugação em sacarose (JENKINS, 1964), depositados em frascos de vidro com água e mantidos sob refrigeração até o momento da montagem das lâminas. Os esporos isolados de cada amostra serão montados em lâminas semi-permanentes em PVLG e PVLG + Melzer (MORTON, BENTIVENGA; WHEELER, 1993) e quantificados em microscópio óptico com aumento de 100 vezes.

- Identificação das Espécies de FMA

A identificação taxonômica será feita com base no manual de Schenck e Pérez (1988), nas descrições originais e nas fornecidas pelo site do International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi (<http://invam.caf.wvu.edu>.) e em artigos relacionados.

CASA DE VEGETAÇÃO

INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO ENSAIO

- Montagem e Condução

Inicialmente o solo será preparado para o cultivo das plantas. Este será peneirado para retirada da matéria orgânica particulada e esterilizado por autoclavagem. A acidez do solo será corrigida com calcário dolomítico. Vasos de 3 L de capacidade de volume serão preenchidos com uma mistura de solo estéril e argila expandida (diâmetro aproximado de 1 cm) e sobre esta primeira camada será colocado solo natural, proveniente das áreas de coleta. Em cada vaso serão colocadas seis sementes e duas semanas após a emergência, serão mantidas apenas três plantas. Estas serão retiradas em quatro momentos (imediatamente após a completa diferenciação da primeira folha, 60, 120 e 180 dias sucessivos), utilizando-se pá de jardineiro. Para cada tratamento (A1 Aa P₀, A1 Aa P_{0,002}, A1 Aa P_{0,02}, A1 Aa P_{0,2}; A1 OA P₀, A1 OA P_{0,002}, A1 OA P_{0,02}, A1 OA P_{0,2}; A2 Aa P₀, A2 Aa P_{0,002}, A2 Aa P_{0,02}, A2 Aa P_{0,2}; A2 OA P₀, A2 OA P_{0,002}, A2 OA P_{0,02}, A2 OA P_{0,2}; A3 Aa P₀, A3 Aa P_{0,002}, A3 Aa P_{0,02}, A3 Aa P_{0,2}; A3 OA P₀, A3 OA P_{0,002}, A3 OA P_{0,02}, A3 OA P_{0,2}; A4 Aa P₀, A4 Aa P_{0,002}, A4 Aa P_{0,02}, A4 Aa P_{0,2}; A4 OA P₀, A4 OA P_{0,002}, A4 OA P_{0,02}, A4 OA P_{0,2}; A5 Aa P₀, A5 Aa P_{0,002}, A5 Aa P_{0,02}, A5 Aa P_{0,2}; A5 OA P₀, A5 OA P_{0,002}, A5 OA P_{0,02}, A5 OA P_{0,2}; A6 Aa P₀, A6 Aa P_{0,002}, A6 Aa P_{0,02}, A6 Aa P_{0,2}).

A $P_{0,2}$; A6 OA P_0 , A6 OA $P_{0,002}$, A6 OA $P_{0,02}$, A6 AO $P_{0,2}$, serão utilizadas seis repetições. A representa a área; Aa representa Araucária; OA representa outra espécie arbórea; P_0 , $P_{0,002}$, $P_{0,02}$ e $P_{0,2}$ representam as concentrações de fósforo adicionado ao solo.

Durante o período de cultivo, as plantas serão regadas com água destilada deionizada ou solução nutritiva de Hoagland (duas vezes na semana), com diferentes concentrações de fósforo (0; 0,002; 0,02 e 0,2 $\mu\text{g/ml}$), como discriminado anteriormente. Controle de possíveis ataques de formigas ou insetos predadores será feito manualmente, se necessário.

VARIÁVEIS A SEREM INVESTIGADAS

- Crescimento das plântulas

Imediatamente após a completa diferenciação da primeira folha e aos 60, 120 e 180 dias subseqüentes, uma plântula de cada vaso será retirada para serem avaliadas as seguintes variáveis: comprimento dos eixos epicótilo e hipocótilo e da raiz primária (primeira coleta), altura da planta (nas coletas seguintes), diâmetro do colo, peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca do sistema radical, peso da matéria seca total (plântula), peso da matéria seca dos cotilédones, e relação: peso da matéria seca dos cotilédones x peso da matéria seca total $^{-1}$ e teor de fósforo na parte aérea.

- Caracteres Morfológicos das Raízes

Das amostras preservadas em álcool, um grama de raízes finas será utilizado para avaliação dos seguintes aspectos morfológicos:

comprimento total: será determinado pelo método de interseção de linhas, descritos por Tennant (1975);

comprimento específico: será calculado por meio da divisão do comprimento total da raiz, em metros, pela biomassa seca da raiz, em gramas;

diâmetro – será determinado em segmentos que contenham a coifa, sendo que a medida será realizada a 0,5 mm desta, utilizando-se microscópio de luz e lente micrométrica (Manjunath; Habte, 1992).

incidência de pêlos absorventes: será determinada em placas de Petri riscadas, a partir da presença e ausência em 50 segmentos escolhidos aleatoriamente em cada amostra, sob microscópio estereoscópico (Zangaro et al., 2005; 2007).

comprimento e diâmetro dos pêlos: serão determinados em microscópio de luz, com os mesmos segmentos de raiz da análise anterior.

- Determinação do teor de fósforo na parte aérea

As amostras secas dos sistemas caulinares serão analisadas, individualmente, quanto às concentrações de P, conforme recomendações descritas por Silva (1998). O extrator utilizado para a determinação do fósforo disponível no solo será Mehlich 1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$). O conteúdo de fósforo será determinado multiplicando-se o valor da concentração de fósforo pelo valor da matéria seca.

- Eficiência da absorção, translocação e utilização do fósforo

As eficiências de absorção (EAP), translocação (ETP) e utilização (EUP) do fósforo serão avaliadas pelas relações:

$\text{EAP} = \text{conteúdo total de nutriente na planta (mg)} \times \text{massa seca das raízes (g)}^{-1}$;

ETP = [conteúdo de nutriente na parte aérea (mg) x conteúdo total de nutriente na planta (mg)⁻¹] x 100;

EUP = [matéria seca total produzida (g)]² x conteúdo total nutrientes na planta (mg)⁻¹

- Avaliação da colonização micorrízica, abundância de esporos e identificação das espécies de FMA: seguirá as mesmas metodologias descritas anteriormente.

- Multiplicação e Isolamento de FMA nativos

Após o encerramento do experimento (90 dias) e retirada das plântulas, coletar-se-á uma amostra de 50 g de solo para determinação do número de esporos e das espécies de FMA multiplicadas durante o crescimento de Araucária. O solo restante será mantido em temperatura ambiente até que esteja totalmente seco. Depois, o solo será armazenado em sacos plásticos e mantido sob refrigeração. Após a análise das comunidades de esporos, será determinado quais espécies serão isoladas e levadas para novos ciclos de cultivo (dois cultivos sucessivos com milho, cada um com 90 dias).

SEGUNDO ENSAIO

Com o objetivo de determinar a de espécies isoladas de FMA no crescimento de Araucária, novo ensaio será realizado. A avaliação das respostas de Araucária ao inóculo monoespecífico será feita a partir das mesmas variáveis-resposta discriminadas no ensaio anterior; no entanto, a montagem do experimento seguirá a metodologia descrita a seguir.

Vasos com capacidade para 3 L serão preenchidos com solo estéril (autoclavado, com acidez corrigida) e 200 g de solo inóculo contendo raízes colonizadas e esporos de uma única espécie de FMA. Antes da semeadura, os vasos receberão 100 mL de um filtrado do solo proveniente da área que proporcionou maior resposta de crescimento no ensaio anterior, totalmente isento de propágulos de FMA, com o propósito de recompor a microbiota presente no campo. Em cada vaso serão colocadas seis sementes e duas semanas após a emergência, serão mantidas apenas quatro plantas. Estas serão retiradas em quatro momentos (imediatamente após a completa diferenciação da primeira folha, 60, 120 e 180 dias sucessivos), com auxílio de pá de jardineiro. Durante o período de cultivo, as plantas serão regadas com água destilada deionizada ou solução nutritiva de Hoagland (duas vezes na semana), com diferentes concentrações de fósforo (0; 0,002; 0,02 e 0,2 µg/ml). Controle de possíveis ataques de formigas ou insetos predadores será feito manualmente, se necessário.

7. RESULTADOS ESPERADOS

Este projeto pretende, em primeira ordem, responder às seguintes questões:

- 1- A diversidade de plantas no sub-bosque em Florestas de Araucária é regulada pela presença de Araucária?
- 2- A presença de Araucária beneficia a proliferação e a diversificação das comunidades de FMA?
- 3- A composição das comunidades de FMA associados a plantas de Araucária difere das associadas com outras espécies da Floresta?
- 4- Comunidades de FMA associadas a Araucária (contra comunidades de FMA de outras espécies arbóreas da FLOM) são mais eficientes na promoção do crescimento de mudas?

- 5- Plantas de Araucária inoculadas com solo natural de floresta de Araucária em diferentes estádios de sucessão (inicial, médio e avançado) apresentam graus de responsividade micorrízica diferenciados?
- 6- As propriedades químicas e biológicas do solo em cada estágio sucessional interferem na germinação das sementes e no crescimento das plântulas de Araucária?
- 7- Existem diferenças na morfologia do sistema radical de plantas de Araucária cultivadas em solo oriundo de diferentes estádios sucessionais?
- 8- Caracteres morfológicos do sistema radical de Araucária e grau de resposta à associação micorrízica estão correlacionados?
- 9- Quantidade e características morfológicas das raízes de plantas associadas aos indivíduos de Araucária estabelecidos em diferentes estádios sucessionais estão relacionadas com a diversidade das comunidades de FMA?
- 10- A estrutura da floresta tem influência sobre a diversidade de FMA associados às plantas de Araucária? E sobre a eficiência micorrízica?

Paralelamente, pretende-se descrever novas espécies de FMA, ampliando o conhecimento da diversidade do filo Glomeromycota no Brasil, preservar o material genético destas, pela incorporação e manutenção dos isolados na Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota, e divulgar estas informações pela incorporação de espécimes das diferentes espécies no acervo da Coleção de Glomeromycetes (HUEM).

8. AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL

Solicitada ao SISBIO (nº. 36199/registro nº 5577943) e IAP.

9. PLANO DE INFORMAÇÃO/ DIVULGAÇÃO

O presente projeto subsidiará a realização de duas teses de doutorado e uma dissertação de mestrado, cujos dados necessariamente serão divulgados em revistas científicas. Ainda, a diversidade de espécies de FMA será preservada e disponibilizada para consultas, uma vez que espécimes das espécies serão incluídos na Coleção de Glomeromycetes do Herbário da Universidade Estadual de Maringá. Fotografias dos esporos das espécies serão disponibilizadas *on line*.

10. ESPÉCIES AMEAÇADAS

Araucaria angustifolia

IUCN – Red List of Threatened Species

Status: Criticamente ameaçada

MMA - Instrução Normativa MMA nº 06, de 23 de setembro de 2008

Estado: ameaçada de extinção

11. HISTÓRICOS E INTERFACES DO PROJETO COM OUTRAS INICIATIVAS

Os dados obtidos neste projeto poderão subsidiar novos estudos, a serem realizados *in situ*, como a produção de mudas inoculadas e o transplante em áreas degradadas da Floresta Ombrófila Mista e a avaliação da performance das mesmas em condições de campo.

12. PLANO DE TRABALHO

Objetivo específico: Multiplicação, identificação e descrição taxonômica de espécies de FMA em diferentes formações vegetais da Floresta Ombrófila Mista.		
Meta nº. 1	Descrição da Meta: levantamento da diversidade de FMA	
	Unidade de Medida/Indicadores: amostras	Quantidade: 240
	Etapa/Fase nº. 1 - amostragem de solo, raízes e plantas em campo	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades - as amostras serão realizadas em 6 áreas utilizando-se enxada, pá, podão e tesoura. Cada amostra de solo será composta de aproximadamente 2 Kg; amostras de raízes serão compostas por uma quantidade que preencha um saco plástico de 200 mL; de cada espécie do sub-bosque serão coletadas quatro ramos contendo partes vegetativas e reprodutivas.	
	Período de Realização: início: 13 /01 /2013 Término: 19 /01/2013	Valor previsto: R\$ 6.900,00

Objetivo específico: Multiplicação, identificação e descrição taxonômica de espécies de FMA em diferentes formações vegetais da Floresta Ombrófila Mista.		
Meta nº. 1	Descrição da Meta: levantamento da diversidade de FMA	
	Unidade de Medida/Indicadores: amostras	Quantidade: 240
	Etapa/Fase nº. 2 – processamento das amostras de solo e montagem dos esporos em lâminas	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades – os esporos de FMA serão extraídos do solo por meio do peneiramento úmido e centrifugação em sacarose. Estes serão montados em lâminas e identificados em nível de espécie	
	Período de Realização: início: 15/07/2013 Término: 15/11 /2013	Valor previsto: R\$ 6.600,00

Objetivo específico: Multiplicação, identificação e descrição taxonômica de espécies de FMA em diferentes formações vegetais da Floresta Ombrófila Mista		
Meta nº. 1	Descrição da Meta : identificação das espécies de FMA	
	Unidade de Medida/Indicadores: amostras	Quantidade: 240
	Etapa/Fase nº. 3 – multiplicação axênica de FMA	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades - multiplicação de espécies de FMA nativos isolados da FLOM, em vasos (cultivo-armadilha) para segundo ensaio de eficiência micorrízica	
	Período de Realização: início: 15/02/2013 Término: 15/08/2013	Valor previsto: R\$ 6.600,00

Objetivo específico: Incorporação de espécies de FMA no acervo da Coleção de Glomeromycetes do Herbário da Universidade Estadual de Maringá e na Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota.		
Meta nº. 1	Descrição da Meta: disponibilização de dados de diversidade dos FMA em FLOM do Paraná	
	Unidade de Medida/Indicadores: espécies	Quantidade: ainda indeterminada
	Etapa/Fase nº. 1 Seleção de lâminas e inclusão no acervo do HUEM	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades	
	Período de Realização: início: 15/11/2013 Término: 15/11/2014	Valor previsto: nenhum

Objetivo específico: Incorporação de espécies de FMA no acervo da Coleção de Glomeromycetes do Herbário da Universidade Estadual de Maringá e na Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota.		
Meta nº. 1	Descrição da Meta: disponibilização de dados de diversidade dos FMA em FLOM do Paraná	
	Unidade de Medida/Indicadores: culturas de FMA	Quantidade: ainda indeterminada
	Etapa/Fase nº. 2 seleção de esporos vivos de espécies isoladas e envio para depósito na CIGG	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades - extração e isolamento dos esporos multiplicados axenicamente, preservação sob refrigeração e envio para CIGG	
	Período de Realização: início: 15/09 /2013 Término: 05/10/2013	Valor previsto: nenhum

Objetivo específico: Reconhecimento da influência da composição das comunidades de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre o crescimento de plântulas de Araucária		
Meta nº. 1	Descrição da Meta: análise da correlação da concentração inicial de fósforo no solo e a produção final de biomassa e concentração de fósforo na parte aérea	
	Unidade de Medida/Indicadores: amostras de solo	Quantidade: 512
	Etapa/Fase nº. 1 – determinação da concentração de fósforo no solo	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades - as amostras de solo serão secas em temperatura ambiente, peneiradas e enviadas para Laboratório de Fertilidade	
	Período de Realização: início: 25/01/2013 Término: 30/06/2013	Valor previsto: R\$ 15.360,00

Objetivo específico: Reconhecimento da influência da composição das comunidades de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre o crescimento de plântulas de Araucária		
Meta nº. 1	Descrição da Meta: análise da correlação da concentração inicial de fósforo no solo e a produção final de biomassa e concentração de fósforo na parte aérea	
	Unidade de Medida/Indicadores: matéria seca e concentração de fósforo na biomassa da parte aérea	Quantidade: 512
	Etapa/Fase nº. 2 determinação da produção de matéria seca e concentração de fósforo da parte aérea	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades – a parte aérea das plantas será limpa e seca em estufa de circulação forçada, pesada e enviada para Laboratório de Fertilidade	
	Período de Realização: início: 15/08/2013 Término: 15/11/2013	Valor previsto: R\$ 15.360,00

Objetivo específico: Reconhecimento da influência da composição das comunidades de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre o crescimento de plântulas de Araucária		
Meta nº. 1	Descrição da Meta: análise da correlação da concentração inicial de fósforo no solo e a produção final de biomassa e concentração de fósforo na parte aérea	
	Unidade de Medida/Indicadores: dados de concentração de fósforo do solo, matéria seca e concentração de fósforo na biomassa da parte aérea	Quantidade: 1.536
	Etapa/Fase nº. 3 análise estatística e interpretação dos dados	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades – os dados das três variáveis serão analisados considerando-se os fatores: concentração de fósforo adicionado ao solo e origem do solo inóculo (associado a araucária ou a outra espécie arbórea do mesmo sistema); também a existência de correlações entre as variáveis será verificada.	
	Período de Realização: início: 15/04/2014 Término: 15/12/2014	Valor previsto: nenhum

Objetivo específico: Determinação da eficiência micorrízica de espécies dominantes de FMA isoladas pela multiplicação axênica no crescimento de plântulas de Araucária		
Meta nº. 1	Descrição da Meta: análise da correlação da concentração inicial de fósforo no solo e a produção final de biomassa e concentração de fósforo na parte aérea	
	Unidade de Medida/Indicadores: amostras de solo	Quantidade: de 24 a 72

Etapa/Fase nº 1 determinação da concentração de fósforo no solo		
Descrição da Etapa/Fase Atividades - as amostras de solo serão secas em temperatura ambiente, peneiradas e enviadas para Laboratório de Fertilidade		
Período de Realização: Início: 15/02/2012 Término: 15/09/2013		Valor previsto: DBI/UEM

Objetivo específico Determinação da eficiência micorrízica de espécies dominantes de FMA isoladas pela multiplicação axênica no crescimento de plântulas de Araucária		
Meta nº 1	Descrição da Meta: análise da correlação da concentração inicial de fósforo no solo e a produção final de biomassa e concentração de fósforo na parte aérea	
	Unidade de Medida/Indicadores: parte aérea	Quantidade: 24 a 72
	Etapa/Fase nº 2 determinação da biomassa e concentração de fósforo da parte aérea	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades - as amostras da parte aérea serão secas em estufa de circulação forçada e enviadas para Laboratório de Fertilidade	
	Período de Realização: Início: 15/09/2013 Término: 20/09/2013	Valor previsto: DBI/UEM

Objetivo específico: Determinação da eficiência micorrízica de espécies dominantes de FMA isoladas pela multiplicação axênica no crescimento de plântulas de Araucária		
Meta nº 1	Descrição da Meta: análise da correlação da concentração inicial de fósforo no solo e a produção final de biomassa e concentração de fósforo na parte aérea	
	Unidade de Medida/Indicadores: dados de concentração de fósforo do solo, matéria seca e concentração de fósforo na biomassa da parte aérea	Quantidade: 24 a 72
	Etapa/Fase nº 3 análise estatística e interpretação dos dados	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades - os dados das três variáveis serão analisados considerando-se os fatores: concentração de fósforo adicionado ao solo e espécie de FMA; também a existência de correlações entre as variáveis será verificada.	
	Período de Realização: Início: 15/04/2014 Término: 15/12/2014	Valor previsto: nenhum

Objetivo específico: Discriminação da influência da relação concentração de fósforo no solo x colonização micorrízica sobre o crescimento de plântulas de Araucária.	
Meta nº 1	Descrição da Meta: evidenciar a influência da concentração de fósforo no solo sobre a

	colonização micorrízica e a relação desta resposta sobre o crescimento das plântulas	
	Unidade de Medida/Indicadores: concentração de fósforo no solo, porcentagem de colonização micorrízica e produção de biomassa da parte aérea	Quantidade: 72 a 216
	Etapa/Fase nº. 1 avaliação das respostas da colonização micorrízica e crescimento da parte aérea	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades – análise de correlação entre concentração de fósforo no solo e colonização e entre colonização e produção de matéria seca da parte aérea	
	Período de Realização: Início: 15/04/2014 Término: 15/12/2014	Valor previsto: nenhum

Objetivo específico: Comparação da eficiência micorrízica de espécies de FMA estabelecidos em áreas com diferentes estádios de sucessão		
Meta nº. 1	Descrição da Meta: determinação da existência de diferenças na eficiência do solo-inóculo condicionada ao estágio de sucessão secundária sobre o crescimento de plântulas de araucária	
	Unidade de Medida/Indicadores: composição de espécies nas comunidades de FMA, matéria seca e concentração de fósforo da parte aérea	Quantidade: 432
	Etapa/Fase nº. 1 análise das respostas das plântulas à origem do solo-inóculo	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades – análise estatística e interpretação dos dados de crescimento das plântulas (biomassa e concentração de fósforo na parte aérea) inoculadas com diferentes composições das comunidades de FMA	
	Período de Realização: início: 15/04/2014 Término: 15/12/2013	Valor previsto: nenhum

Objetivo específico: Comparação da eficiência micorrízica de espécies de FMA estabelecidos em solo natural (associado com plantas de Araucária) e em solo exótico (associado a outras espécies arbóreas) retirados de uma mesma localidade		
Meta nº. 1	Descrição da Meta: determinação da existência de diferenças na eficiência do solo-inóculo condicionada à planta-alvo (araucária ou outra espécie arbórea) sobre o crescimento de plântulas de araucária	
	Unidade de Medida/Indicadores: composição de espécies nas comunidades de FMA, matéria seca e concentração de fósforo da parte aérea	Quantidade: 384

Etapa/Fase nº 1 análise das respostas das plântulas à origem do solo-inóculo		
Descrição da Etapa/Fase Atividades - análise estatística e interpretação dos dados de crescimento das plântulas (biomassa e concentração de fósforo na parte aérea) inoculadas com diferentes composições das comunidades de FMA		
Período de Realização: Início: 15/04/2014 Término: 15/12/2014		Valor previsto: nenhum

Objetivo específico: Estabelecimento da importância da riqueza de espécies de plantas do sub-bosque e da competição interespecífica de plantas arbóreas co-ocorrentes com Araucária sobre a composição das comunidades de FMA		
Meta nº 1	Descrição da Meta: determinação da influência da composição específica e da abundância de espécimes de plantas do sub-bosque sobre a diversificação das comunidades de FMA	
	Unidade de Medida/Indicadores: composição das comunidades vegetais	Quantidade: ainda indeterminada
	Etapa/Fase nº 1 determinação da composição florística	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades - identificação das espécies e determinação de abundância de plantas do sub-bosque	
	Período de Realização: início: 15/03/2013 Término: 15/03/2014	Valor previsto: nenhum

Objetivo específico: Estabelecimento da importância da riqueza de espécies de plantas do sub-bosque e da competição interespecífica de plantas arbóreas co-ocorrentes com Araucária sobre a composição das comunidades de FMA		
Meta nº 1	Descrição da Meta: determinação da influência da composição específica e da abundância de espécimes de plantas do sub-bosque sobre a diversificação das comunidades de FMA	
	Unidade de Medida/Indicadores: composição das comunidades de FMA	Quantidade: ainda indeterminada
	Etapa/Fase nº 2 determinação da composição específica das comunidades de FMA	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades - identificação das espécies e determinação de abundância de FMA	
	Período de Realização: início: 15/10/2013 Término: 15/10 /2014	Valor previsto: nenhum
Objetivo específico: Estabelecimento da importância da riqueza de espécies de plantas do sub-bosque e da competição interespecífica de plantas arbóreas co-ocorrentes com Araucária sobre a composição das comunidades de FMA		

Meta nº. 1	Descrição da Meta: determinação da influência da composição específica e da abundância de espécimes de plantas do sub-bosque sobre a diversificação das comunidades de FMA	
	Unidade de Medida/Indicadores: composição das comunidades vegetais	Quantidade: ainda indeterminada
	Etapa/Fase nº. 3 avaliação da existência de condicionamento da diversificação das comunidades de FMA à diversidade de plantas	
	Descrição da Etapa/Fase Atividades - análise estatística e interpretação dos dados de diversidade florística do sub-bosque e de FMA associados	
	Período de Realização: Início: 15/04/2014 Término: 15/12/2014	Valor previsto: nenhum

13. INFRAESTRUTURA DISPONÍVEL

- Casa de vegetação com mesas metálicas

Localizada no Jardim Didático de Plantas, do Departamento de Biologia.

- Laboratório para processamento das amostras (raízes, solo e plantas)

Equipado com balança 1 semi-analítica, 1 banho-maria e 1 centrífuga e uma geladeira.

- Laboratório para análise das amostras (colonização micorrízica, número e espécies de FMA, morfologia do sistema radicular, pesagem do material vegetal).

Equipado com 3 microscópios de luz, um destes com câmara fotográfica, 2 microscópios estereoscópicos, 1 estufa de secagem (30 L) usada para secagem das lâminas, 1 balança analítica, 1 deionizador, 1 banho de ultrasson, 1 BOD, 2 geladeiras.

- Laboratório para esterilização do solo

Equipado com autoclave com capacidade de 100 L.

- Laboratório climatizado para cultivo axênico de FMA (com plantas micotróficas).

Equipado com 3 prateleiras com iluminação.

- Herbário

Área da Coleção refrigerada, equipada com desumidificador e armários de aço. Área de manipulação com 2 microscópios estereoscópicos, e estufas de secagem, 1 freezer, 1 geladeira, 2 computadores.

- Coleção de Glomeromycota.

Equipada com laminários de madeira. Sala Refrigerada.

14. ORÇAMENTO DETALHADO

<i>Rubrica</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Valor Unitário R\$</i>	<i>Total R\$</i>
Diárias	30 ¹	180,00	5.400,00
Bolsa para Apoio Técnico (Mestre)	12	1.100,00	13.200,00
Ajudante de Campo	10 ²	150,00	1.500,00
Estufa de circulação forçada ³	1	5.000,00	5.000,00
Geladeira frigorífica ⁴	1	2.500,00	2.500,00
Câmara asséptica ⁵	1	4.000,00	4.000,00
Análise química do solo (macro e micronutrientes)	752	30,00	22.560,00
Determinação da concentração de fósforo foliar	512	30,00	15.360,00
TOTAL			69.520,00

¹ 10 dias de coleta x 3 membros da equipe; 3 membros + 1 ajudante de campo; ² 10 dias.

³ necessidade de uma estufa grande, que comporte a massa das plantas de Araucária provenientes das 320 amostras do primeiro ensaio, que serão retiradas em um único momento. ⁴ As amostras de solo provenientes do campo (unidades de conservação) deverão se mantidas sob refrigeração até o seu processamento; como o volume é grande, geladeiras convencionais não são suficientes. ⁵ A área de Micologia possui um laboratório com câmara de fluxo laminar; porém esta é utilizada frequentemente para o isolamento de basidiomicetos e fica em outro bloco (H78), distante aproximadamente 200 m do bloco G80.

15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DELLA-FLORA, J.B. 2001. Modelos de crescimento para árvores singulares *Nectandra megapotamica* (Spreng.) e *Ocotea puberula* Ness. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 60p.
- GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v.46, p.235-244.
- GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular–arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v.84, p.489–500.
- JENKINS, W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v.48, p.692.
- MANJUNATH, A; HABTE, M. 1992. External and internal p requirements of plant species differing in their mycorrhizal dependency. **Arid Soil Research and Rehabilitation**, v.6, n.4, p.271-284. DOI: 10.1080/15324989209381322.
- MORTON, J.B.; BENTIVENGA, S.P.; WHEELER, W.W. 1993. Germ plasm in the International Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM) and procedures for culture development, documentation and storage. **Mycotaxon**, v.48, p.491-528.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **New Phytologist** v.124, p.481-488.
- PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. 1997. **Mensura Forestal**. (GTZ) GmbH/IICA, Costa Rica, 561 p.
- SCHENCK, N.C.; PEREZ, Y. 1988. **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi**. Gainesville, University of Florida.
- SILVA, D.J. 1998. **Análise de alimentos**. Viçosa: UFV. 165p.

TENNANT D. 1975. A test of a modified line intercept method of estimating root length. **Journal of Ecology**, v.63, p. 995–1001.

TROUVELOT, A.; KOUGH, J. L.; GIANINAZZI PEARSON, V. 1986. Mesure du taux de mycorhization VA d'un système racinaire: recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In: GIANINAZZI, S.; GIANINAZZI-PEARSON, V. (Ed.). **Mycorrhizes**: physiologie et génétique. Dijon: Inra, p. 217-220.

ZANGARO, W.; NISHIDATE, F.R.; CAMARGO, F.R.S.; ROMAGNOLI, G.G.; VANDRESEN, J. 2005. Relationships among arbuscular mycorrhizas, root morphology and seedling growth of tropical native woody species in southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.21, p.529-540,

ZANGARO, W.; NISHIDATE, F.R.; VANDRESEN, J.; ANDRADE, G & NOGUEIRA, M.A. 2007. Root mycorrhizal colonization and plant responsiveness are related to root plasticity, soil fertility and successional status of native woody species in southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.23, p.53-62.

TERMO DE COMPROMISSO

Declaro expressamente conhecer e concordar, para todos os efeitos legais, com as normas para concessão de auxílio pela FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA.

Declaro que a presente proposta está desacordo com os objetivos científicos e tecnológicos desta Instituição.

Nome e assinatura
Coordenador da proposta

Nome, assinatura e carimbo
Responsável pela instituição ou representante

Maringá, 31 de agosto de 2012.