

UNIVERSIDADE TÉCNICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

JORDAN TIEGS MONDARDO

**USO DE MICORRIZAS EM MUDAS DE PINUS (*Pinus elliottii*
Engelm. e *Pinus taeda* L.) COM DIFERENTES DOSES DE
FÓSFORO E NITROGÊNIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

**DOIS VIZINHOS
2013**

JORDAN TIEGS MONDARDO

**USO DE MICORRIZAS EM MUDAS DE PINUS (*Pinus elliottii*
Engelm. e *Pinus taeda* L.) COM DIFERENTES DOSES DE
FÓSFORO E NITROGÊNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso de
graduação, apresentado à disciplina de
Trabalho de Conclusão de Curso II da
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná – UTFPR.

Orientador: Prof. Laércio Ricardo Sartor

**DOIS VIZINHOS
2013**

M741u Mondardo, Jordan Tiegs.

Uso de micorrizas em mudas de pinus (*Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L.) com diferentes doses de fósforo e nitrogênio. / Jordan Tiegs Mondardo – Dois Vizinhos :[s.n], 2013.
55f.:il.

Orientador: Laércio Ricardo Sartor

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2013.

Bibliografia p.48-52

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



TERMO DE APROVAÇÃO

USO DE MICORRIZAS EM MUDAS DE PINUS (*Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L.) COM DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO E NITROGÊNIO

por

JORDAN TIEGS MONDARDO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 04 de setembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor
Orientador

Prof. Dr. Carlos Alberto Casali
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Elisandra Pocojeski
Membro titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho aos meus pais, Gilberto Luis Mondardo e Vera Lucia Tiegs Mondardo, que desde a minha infância tem dado grande incentivo ao meu desenvolvimento, também pelos ensinamentos, pelo carinho, amor, compreensão das ausências em momentos importantes de nossas vidas para dedicar ao trabalho e aos estudos. E a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Jesus Cristo, pela vida e pela oportunidade de poder compartilhar com meus familiares e amigos os momentos mais felizes de minha existência, amigo sempre presente, sem o qual nada teria feito.

Aos amigos e colegas da classe, pela amizade e companheirismo que recebi, e sempre incentivaram meus sonhos e estiveram sempre ao meu lado.

Agradeço especialmente ao Prof. Laércio Ricardo Sartor, meu orientador, pelos sábios ensinamentos e compreensão de nossas limitações como aprendizes na Engenharia Florestal.

Resumo

MONDARDO, Jordan Tiegs. **Uso de micorrizas em mudas de pinus (*Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L.) com diferentes doses de fósforo e nitrogênio.** 49 p.. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - PR, 2013.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar o desenvolvimento inicial e o estado nutricional de mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, em substratos com inoculação natural de micorrizas, oferecendo indicativos técnicos sobre o uso de fertilizantes fosfatados e nitrogenados na produção de mudas da espécie. O experimento foi instalado no viveiro florestal da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR, com produção de mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*. Os tratamentos foram constituídos da adição fungos micorrizicos e aplicação de fosfato natural e fosfato solúvel, o experimento foi conduzido em tubetes com capacidade de 50 cm³, num número de oito tubetes por repetição, com três repetições. A condução do experimento foi dada pelo período de aproximadamente um ano a partir da implantação (abril/2012). A espécie *Pinus elliottii* apresenta melhor desenvolvimento de plantas, produção de matéria seca e teor de nutrientes na raiz e biomassa aérea em relação à *Pinus taeda*, com maior altura e diâmetro das plantas. O fertilizante Super Fosfato Simples (SFS) proporciona melhor desenvolvimento inicial das mudas comparado ao fertilizante Fosfato Natural (FN), mas estes resultados em metade da dose e dose normal do fertilizante, tanto da espécie de *Pinus elliottii* quanto da espécie *Pinus taeda*. Quanto à inoculação de fungos micorrizicos no substrato se mostrou eficiente proporcionando um melhor desenvolvimento das mudas, produção de matéria seca e teor de nutrientes na raiz e biomassa aérea comparado ao substrato sem os fungos.

Palavras-chave: Pinus. Micorrizas. Nitrogênio. Fósforo.

Abstract

MONDARDO, Jordan Tiegs. **Use of mycorrhizae in pine seedlings (*Pinus elliottii* Engelm., And *Pinus taeda* L.) with different doses of phosphorus and nitrogen.** 49 p.. Completion of course work (Graduation in Forestry) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos – PR, 2013.

This study aimed to evaluate the initial development and nutritional status of *Pinus elliottii* and *Pinus taeda* in natural substrates inoculated with mycorrhizae, offering technical indications on the use of nitrogenous and phosphate fertilizers in the production of seedlings of the species. The experiment was conducted at the forest nursery UTFPR Campus Dois Vizinhos, PR, with seedlings of *Pinus elliottii* and *Pinus taeda*. The treatments consisted of adding mycorrhizal fungi and application of phosphate rock and soluble phosphate, the experiment was conducted in plastic tubes with capacity 50 cm³, a number eight tubes per replicate with three replicates. The conduct of the experiment was given for a period of approximately one year from the deployment (April/2012). The species *Pinus elliottii* has better plant growth, dry matter production and nutrient content in the root and shoot biomass relative to *Pinus taeda*, with greater height and diameter of plants. Fertilizer Single Super Phosphate (SSP) provides the best initial seedlings compared to phosphate fertilizer Natural (FN), but these results in half the dose and standard dose of fertilizer, both species as the species *Pinus elliottii* *Pinus taeda*. As the inoculation of mycorrhizal fungi in the substrate is efficient providing better seedling growth, dry matter production and nutrient content in the root and shoot biomass compared to the substrate without the fungi.

Keywords: Pinus. Mycorrhizae. Nitrogen. Phosphorus.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Corpos de frutificação de *Rhizopogon nigrescens* sobre o solo, no plantio de pinus na UNEP trilha ecológica, na UTFPR – campus Dois Vizinhos. Fonte: Mondardo, J.T. (2013)..... 25
- Figura 2. Bandejas com mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* dispostas em casa de vegetação no viveiro florestal da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR. Fonte: Mondardo, J.T. (2013)..... 26
- Figura 3. Coleta de parte aérea e raízes das mudas de *Pinus elliottii*. Fonte: Mondardo, J.T. (2013)..... 28
- Figura 4. Visualização das estruturas dos fungos micorrizicos ao entorno das mudas de *Pinus elliottii*, no viveiro de mudas florestais, na UTFPR – campus Dois Vizinhos. Fonte: Mondardo, J.T. (2013). 53
- Figura 5. Coleta de amostras de Parte Aérea e Raízes das mudas de *Pinus elliottie taeda*, no viveiro de mudas florestais, na UTFPR – campus Dois Vizinhos. Fonte: Mondardo, J.T. (2013). 54
- Figura 6. Visualização de estruturas dos fungos micorrizicos em raízes de mudas de *Pinus elliottii* em microscópio óptico, no laboratório de fisiologia vegetal da UTFPR – campus Dois Vizinhos. Fonte: Mondardo, J.T. (2013). ... 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos e quantidade de fertilizantes utilizadas.	24
Tabela 2. Altura de mudas de <i>Pinus elliottii</i> até 330 DAE (dias após a emergência).	30
Tabela 3. Diâmetro de mudas de <i>Pinus elliottii</i> até 330 DAE (dias após a emergência).	30
Tabela 4. Altura de mudas de <i>Pinus taeda</i> até 330 DAE (dias após a emergência).	32
Tabela 5. Diâmetro de mudas de <i>Pinus taeda</i> até 330 DAE (dias após a emergência).	32
Tabela 6. Massa Seca por planta (parte aérea + raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g pl^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	33
Tabela 7. Teor de N (Nitrogênio) por planta (parte aérea + raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (mg pl^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	34
Tabela 8. Teor de P (Fósforo) por planta (parte aérea + raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (mg pl^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	35
Tabela 9. Teor de K (Potássio) por planta (parte aérea + raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (mg pl^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	36
Tabela 10. Teor de Ca (Cálcio) por planta (parte aérea + raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (mg pl^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	37
Tabela 11. Teor de Mg (Magnésio) por planta (parte aérea + raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (mg pl^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	38
Tabela 12. Massa seca por planta (raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g pl^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	39
Tabela 13. Quantidade de N (Nitrogênio) por planta (parte aérea) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g kg^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	40
Tabela 14. Quantidade de N (Nitrogênio) por planta (raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g kg^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	40
Tabela 15. Quantidade de P (Fósforo) por planta (parte aérea) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g kg^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	41

Tabela 16. Quantidade de P (Fósforo) por planta (raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g kg ⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	42
Tabela 17. Quantidade de K (Potássio) por planta (parte aérea) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g kg ⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	43
Tabela 18. Quantidade de K (Potássio) por planta (raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g kg ⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	43
Tabela 19. Quantidade de Mg (Magnésio) por planta (parte aérea) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g kg ⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	44
Tabela 20. Quantidade de Mg (Magnésio) por planta (raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g kg ⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	44
Tabela 21. Quantidade de Ca (Cálcio) por planta (parte aérea) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g kg ⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	45
Tabela 22. Quantidade de Ca (Cálcio) por planta (raiz) das mudas de <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> em (g kg ⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS	16
3 JUSTIFICATIVA.....	17
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES	18
4.2 PRODUÇÃO DE PINUS.....	18
4.3 MICORRIZAÇÃO DE MUDAS DE PINUS.....	19
4.4 SUPLEMENTAÇÃO NUTRICIONAL DE MUDAS DE PINUS	21
5 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	24
5.1 TRATAMENTOS	24
5.2 AVALIAÇÃO / ANÁLISES DAS PLÂNTULAS DE PINUS	27
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
7 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXO	53

1 INTRODUÇÃO

Recentemente a área florestal tem recebido especial destaque no cenário nacional, principalmente pela difusão de um pensamento mais conservacionista por parte da população. O setor florestal constitui um importante segmento econômico do Brasil, pois contribui com aproximadamente 4,3 bilhões de dólares em exportação (STCP, 2004, p. 10-15.) e em torno de 4,5% do Produto Interno Bruto (SBS, 2003).

Devido a restrições espaciais e ecológicas ao aumento da produção florestal por expansão da área cultivada, as atenções nos últimos anos estão voltadas para o aumento da produtividade (SILVA FILHO et al., 2002, p.847-854). Um dos fatores que afetam o crescimento vegetal é a disponibilidade de nutrientes, notadamente, no caso dos solos brasileiros, a de fósforo (P).

O fósforo é um dos elementos essenciais para a sobrevivência das plantas, estando presente em componentes estruturais das células, como nos ácidos nucléicos e fosfolipídios das membranas celulares e também em componentes metabólicos móveis armazenadores de energia, como o ATP. O abastecimento de fósforo às plantas se dá essencialmente via sistema radicular, estando sua absorção na dependência da capacidade de fornecimento pelo solo ou substrato. A absorção de fósforo pelas plantas é dependente da quantidade armazenada no substrato e da taxa de liberação para a solução do solo (TISDALE et al., 1985, p. 754).

Diversos microrganismos do solo, incluindo bactérias e fungos, possuem capacidade para solubilizar fosfatos por meio de diferentes mecanismos, especialmente pela produção de ácidos orgânicos. Estes ácidos orgânicos competem com o P pelos sítios de adsorção no solo, mantendo o fosfato mais livre em solução (GUPPY et al., 2005, p.189-202; SILVA FILHO et al., 2002, p.847-854). A inoculação com microrganismos solubilizadores de fosfatos ou o manejo de suas populações têm sido sugeridos como forma de substituir ou diminuir o uso de fertilizantes fosfatados solúveis, mediante um melhor aproveitamento dos fosfatos naturais presentes no solo (GOLDSTEIN, 1986, p.1-23; KIM et al., 1998, p.79-87). Estes microrganismos agiriam como

melhoradores do aproveitamento de P no solo pelas plantas, efetivamente por aumentar o volume de solo explorado pelo sistema radicular.

Entre as tecnologias que poderão contribuir para o aumento da produtividade das plantações florestais, encontra-se a inoculação das plantas com fungos micorrízicos, capazes de promover um melhor estabelecimento e crescimento, principalmente em solos pobres ou degradados. Os efeitos positivos observados em vários estudos revelam o potencial dessa prática como ferramenta biotecnológica para os sistemas de produção de mudas no setor florestal, proporcionando vantagens para produtores e indústrias do setor.

Os autores Krüger & Tomazello Filho (1980, p.7) indicam técnicas inoculatórias de ectomicorrizas existentes na época para *Pinus* spp. em todas as regiões do país. Os autores ressaltaram que há dois tipos de inóculos utilizados: o natural e o artificial. O inóculo de micorrizas natural ainda é o mais usado. Para tanto, recolhem-se as acículas em decomposição (chamadas de "litter") da superfície dos solos de florestas de *Pinus* já estabelecidas e se incorporam as mesmas nos substratos dos viveiros. Outra técnica de inoculação natural mais eficiente do que a anterior é a de triturar raízes de *Pinus* contendo corpos de frutificação de ectomicorrizas visíveis, misturando-se ao substrato de viveiros.

O *Pinus* encontra-se entre aquelas que dependem da simbiose micorrízica, particularmente do tipo ectomicorrízica, para sua sobrevivência e crescimento. Essa associação entre certos fungos e raízes tem proporcionado ganhos em sobrevivência e produtividade. Nessa interação, o fungo proporciona à planta maior capacidade de utilização de água e nutrientes, dentre outros, e a planta, por sua vez, fornece ao fungo carboidratos produzidos durante a fotossíntese.

Muitas plantas parecem crescer normalmente quando são supridas com elementos essenciais, em especial o fósforo, mesmo se as micorrizas estiverem ausentes; no entanto, em solos deficientes em nutrientes é essencial o aumento da área de absorção de nutrientes para explorar maior volume de solo. As micorrizas aumentam em até 80% a absorção de nutrientes e água, um maior volume de solo explorado, aumento da capacidade de absorção de nutrientes, melhora a absorção de nutrientes em formas indisponíveis para as plantas, maior longevidade das raízes. A contribuição das micorrizas na

absorção de P chega a (80%), Cu (60%), N (25%) e K (10%) (KRÜGNER & TOMAZELLO FILHO, 1980, p.7).

Fontes de fósforo de diferentes solubilidades são normalmente usadas na área florestal, tanto no nível de viveiro, como campo. Com isso, a avaliação do potencial de desenvolvimento das mudas e a possível solubilização de fosfatos e outros nutrientes pelo sistema radicular, são importantes meios de avaliar o comportamento dos nutrientes no solo (KRÜGNER & TOMAZELLO FILHO, 1980, p.7).

2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral do trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial e o estado nutricional de mudas de *Pinus elliotti* e *Pinus taeda*, em substratos com inoculação natural de micorrizas, sob doses de fósforo e nitrogênio.

Objetivos específicos:

- Avaliar o desenvolvimento inicial das mudas de Pinus com a aplicação de doses e fontes de fertilizantes e micorrização.
- Avaliar o estado nutricional das mudas produzidas usando tais fertilizantes solúveis e fungos micorrizicos.
- Avaliar o desenvolvimento radicular em massa das mudas produzidas com as fontes e doses de fertilizantes de diferentes solubilidades de fósforo e nitrogênio;

3 JUSTIFICATIVA

O projeto tem como justificativa que o desenvolvimento inicial de mudas de *Pinus elliotti* e *Pinus taeda* é influenciado pela disponibilização de nutrientes no substrato, e com objetivo de produzir mudas mais bem nutridas são utilizadas fontes de fósforo e nitrogênio de diferente solubilidades, tanto ao nível de viveiro como campo. Com isso, a avaliação do potencial de desenvolvimento das mudas e a possível solubilização de fosfatos e outros nutrientes pelo sistema radicular, são importantes meios de avaliar o comportamento dos nutrientes no solo.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

Segundo MARCHIORI (1996, p.158), *Pinus taeda* é oriundo das planícies adjacentes ao Golfo do México e da Costa Atlântica ao Sudeste dos Estados Unidos; em geral, cresce até a altitude de 800 m. A sua madeira é indicada para construções, móveis e caixotaria. Os traqueídeos são longos e adequados à fabricação de papel. Além disso, essa espécie pode ser explorada para a produção de resina.

O *Pinus elliottii*, tem origem na Flórida, onde o regime de chuvas é periódico, predominando as chuvas de verão e, no inverno ocorre um ligeiro déficit hídrico, época em que raramente ocorrem geadas. Esta variedade desenvolve-se bem em solos com drenagem média e produz madeira adequada para serraria, fabricação de compensados, chapas de fibras e de partículas e para a produção de celulose de fibra longa (EMBRAPA, 1988, p.113). A espécie suporta alagamentos periódicos curtos e tolera solos rasos. Possui uma densidade compreendida entre 0,50 a 0,56 g/cm³, em idades mais avançadas, sua madeira pode ser utilizada para construções leves ou pesadas, construções de barcos, produção de laminados, compensados, chapas de fibras e de partículas e produção de celulose de fibra longa.

4.2 PRODUÇÃO DE PINUS

No passado, a maior parte da madeira provinha de árvores adultas de florestas naturais. Portanto, pouca importância era dada à madeira central das árvores. Atualmente, com o decréscimo constante do suprimento de árvores adultas com grandes diâmetros, provenientes de florestas naturais, tornou-se comum a produção de madeira em ciclos curtos, através da adoção de espécies de rápido crescimento (BALLARIN et al. 2004, p 24-27).

Existem várias referências na literatura internacional que ressaltam que as propriedades químicas, físicas, anatômicas e mecânicas da madeira formada nos primeiros anos de vida das árvores são diferentes e muitas vezes inferiores às da madeira formada na fase adulta da árvore. A idade ideal de

corte, quando se obtém uma maior proporção de madeira adulta em relação à madeira juvenil, é uma das questões a serem consideradas nas pesquisas de manejo de florestas de Pinus (BALLARIN et al. 2004 p 24-27).

No Brasil, a utilização de pinus na indústria madeireira tem sido crescente nos últimos anos. As estimativas indicam que do volume de madeira serrada produzida no País, estimada em aproximadamente 18 milhões de m³, mais de 35% é formado de madeira de pinus. Atualmente, no Brasil, existe aproximadamente 1,8 milhões de hectares de plantações constituídas por espécies de pinus, das quais 46% são de *Pinus taeda* (TOMASELLI, 1998, p. 2-35). Portanto, trata-se de uma espécie importante para o fornecimento de matéria-prima, especialmente nas Regiões Sul e Sudeste do país.

4.3 MICORRIZAÇÃO DE MUDAS DE PINUS

Silenciosamente, as árvores dos plantios desenvolvem uma série de relações ecológicas com diversas populações de macro e microrganismos. À primeira vista, os sinais desses processos e interações são praticamente imperceptíveis e, mesmo quando se manifestam, não são capazes de nos remeter ao seu verdadeiro papel. Quando, por exemplo, observamos o aparecimento de vários tipos de cogumelos nos plantios de pinho e eucalipto, mal nos damos conta de que essas estruturas se encontram conectadas a uma rede extensa de filamentos fúngicos, os quais estão ligados às raízes das árvores. Esta associação entre fungos do solo e as raízes de algumas espécies arbóreas é denominada ectomicorriza (COSTA et al. 2002, p.46)

Nos plantios de eucalipto do Brasil, relata-se a ocorrência de corpos de frutificação de *Pisolithus*, *Clavaria*, *Scleroderma bovista*, *S. uruguayensis* e *Telephora terrestris* (SCHWAN, 1984, p.55; GUIMARÃES, 1993, p.46; COELHO et al., 1997, p.563-573). Em plantios de pinus, as espécies de fungos ectomicorrízicos mais freqüentemente encontradas são *Inocybe lanuginella*, *Scleroderma fuscum*, *Suillus granulatus*, *Rhizopogon nigrescens*, *R. rearii* e *R. roseolus* (KRÜGNER & TOMAZELLO FILHO, 1981, p.7; KASUYA, 1988, p.61). Recentemente, a ocorrência de basidiocarpos de *Scleroderma verrucosum* foi

observada em pomares de noz pecã, *Carya illinoensis*, no Estado de Minas Gerais (RIBEIRO, 2001, p.31).

A inoculação de fungos ectomicorrízicos visando à produção de mudas mais vigorosas e resistentes às condições de estresse de campo é uma das principais aplicações biotecnológicas potenciais das ectomicorrizas. Várias formulações de inoculantes já foram desenvolvidas, cada uma delas apresentando algumas vantagens e desvantagens (BRUNDRETT et al. 1996, p.374; COSTA et al., 1997, p.46; RODRIGUES et al. 1999, p.263-266; ALVES et al., 2001, p.307-313). Em geral, os inoculantes apresentam formulações que permitem a sua aplicação diretamente no substrato de plantio das mudas, nos próprios tubetes ou similares, ou nas raízes nuas.

VIEIRA (1990, p. 33-39) afirma que:

As micorrizas desempenham um importante papel no estabelecimento de diversas espécies vegetais, proporcionando um aumento na capacidade de absorção de nutrientes e água. Em mudas de Pinus sp., também se obteve efeito significativo da inoculação com fungos micorrízicos, na matéria seca da parte aérea e das raízes, na altura e no diâmetro do colo.

Corroborando com esta posição MARX (1977, p. 217-223; 1985, p.1-25) conclui que:

Esse incremento da massa seca, especialmente no sistema radicular, pode ser um fator importante para o estabelecimento dessas espécies em solos degradados. Os fungos ectomicorrízicos podem auxiliar o estabelecimento de mudas de pinus após o transplante para o campo. Nesse aspecto, várias pesquisas têm demonstrado a importância da inoculação com fungos ectomicorrízicos sobre o crescimento e desenvolvimento de mudas de pinus a campo. Assim, o transplante dessas mudas, inoculadas com fungos ectomicorrízicos, pode ser uma importante alternativa visando ao estabelecimento dessas espécies em solos degradados ou em processo de arenização.

O uso de solo ou serapilheira contendo propágulos fúngicos é o tipo mais simples de inóculo. No entanto, este tipo de material é usado sem qualquer tratamento, podendo servir como fonte de patógenos, pragas e plantas invasoras para os viveiros ou áreas cultivadas (BRUNDRETT et al. 1996, p.374; COSTA et al., 1997, p.46; RODRIGUES et al. 1999, p.263-266; ALVES et al., 2001, p.307-313).

Corroborando com esta idéia SILVA (2002, p. 57-65) afirma que:

O estabelecimento de essências florestais micorrizadas pode ser uma alternativa viável para o aproveitamento de áreas degradadas, ou áreas que estão sujeitas a processos erosivos. A inoculação de mudas de essências florestais, ainda no viveiro, pode ser uma das formas, para que o fungo possa ser levado a campo, com grande probabilidade de contribuir para o bom estabelecimento e desenvolvimento das plantas.

4.4 SUPLEMENTAÇÃO NUTRICIONAL DE MUDAS DE PINUS

As espécies de *Pinus*, de um modo geral, são conhecidas como pouco exigentes em nutrientes, pois, normalmente, os plantios são realizados em sítios de baixa fertilidade, muitas vezes em condições bastante adversas para o desenvolvimento das espécies florestais nativas (VOGEL *et al.* 2005, p. 199-206).

Em pesquisas realizadas pelo Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais IPEF (1976), em relação às exigências nutricionais, o pinus, no geral, responde menos à fertilização que o Eucalipto, mas os incrementos de volume podem chegar a 20% ou mais, quando sobre solos pobres. Também foi constatado que em condições de extrema pobreza de solo, o pinus pode crescer mais que o Eucalipto.

Segundo BERTOLANI (1980, p. 1-4), a prática de fertilização em *Pinus* tropicais ainda não está perfeitamente caracterizada, pois entende que muitas vezes a variação genética interfere nos resultados. Porém, para solos de baixa fertilidade só se determinou que adubação com fósforo tem mostrado resultados significativos e alguns nutrientes como o boro tem sido comumente utilizados.

A adubação no momento do plantio de uma floresta, juntamente com outras técnicas silviculturais, garantirá um desenvolvimento satisfatório desta, com boa produtividade em longo prazo. Essa necessidade decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento (GONÇALVES, 1995, p.1-23). Assim as características e quantidade de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade o solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica.

REISSMANN *et al.* (2000, p. 135-165) relatam que as espécies de *Pinus* demonstram capacidade extraordinária de gerenciamento dos recursos nutricionais, em sítios de baixa fertilidade, sem, no entanto manifestar sintomas visuais de deficiência. Esses aspectos, embora positivos sob um determinado ponto de vista, geraram expectativa que se mostrou negativa no sentido do manejo nutricional dessas espécies. A rapidez de crescimento e ausência de sintomas de deficiência, especialmente durante as primeiras rotações, reforçaram a expectativa de que os *Pinus* spp de modo geral dispensariam grandes cuidados com a adubação, ou que esta fosse totalmente dispensável.

Conforme BARROS *et al.* (2000, p. 135-165), para se definir a fertilização mineral para qualquer cultura, há que se dimensionar a demanda de nutrientes da planta para atingir a produção esperada e a quantidade de nutrientes que pode ser suprida pelo solo. Quando a demanda da planta é maior do que o solo pode ofertar, fertilizantes devem ser adicionados para obter-se a produção esperada. De acordo com esses autores, a aplicação de fertilizantes requer a adoção de alguns critérios, como quais nutrientes aplicar, em que doses épocas e modo de localização em relação à planta. Portanto, para a boa nutrição das árvores, tem-se que balancear a sua demanda com a oferta de nutrientes, no tempo e no espaço, constituindo tarefa bem mais difícil, comparado com as culturas de ciclo curto.

NOVAIS *et al.* (1990, p.255-270) apontam que a fertilização mineral é uma das técnicas silviculturais que pode ser adotada, visando a elevar a produtividade florestal e reduzir o período de rotação. Porém a adubação florestal, com raras exceções, é realizada de modo praticamente empírico na qual uma única formulação N, P e K são utilizadas, independente do tipo de solo, da espécie e da época de plantio.

VOGEL *et al.* (2005, p. 199-206) apontam que em razão do P ser limitante para a produtividade florestal, na maioria dos solos brasileiros, grandes doses de adubos fosfatados foram e são utilizados pelas empresas desse setor, de modo que hoje continua havendo resposta positiva à adubação fosfatada, mas não necessariamente como mais limitante. Uma vez que grandes quantidades de nutrientes são removidas do sítio pela colheita florestal, como por exemplo, o K e o Ca dos compartimentos lenho e casca respectivamente (SCHUMACHER, 2000), dependendo das características

desse sítio, esses nutrientes podem também ser considerados como limitantes a produtividade florestal.

5 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O presente projeto propôs a instalação de um experimento com produção de mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, no viveiro florestal da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR, localizado na região sudoeste do estado do Paraná, com latitude 25°42'S, longitude 53°08'W e altitude de aproximadamente 561m.

O substrato utilizado para preenchimento dos tubetes de polipropileno foi o substrato comercial Plantmax®, com a inoculação natural de fungos micorrizicos.

5.1 TRATAMENTOS

Os tratamentos foram constituídos da implantação de duas espécies de Pinus, da adição fungos micorrizicos e aplicação de fosfato natural, fosfato solúvel e nitrogênio, como descrito na tabela 1. Aplicando metade da dose recomendada de N e P, toda a dose recomendada de N e P, e duas vezes a dose recomendada, de acordo com os níveis de P disponível no substrato, meia dose de N e a dose de P normal, duas vezes a dose de N e a dose de P normal, meia dose de P e N normal e o dobro da dose de P e N normal, além de um tratamento testemunha, sem uso de fertilizante fosfatado e nitrogenado.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos e quantidade de fertilizantes utilizadas.

Tratamento	Micorrizas	Descrição (g de fertilizante/ m ³ de substrato)	Legenda
1	C	25 g/m ³ KCl	SFS 0x U 0x CM
2	C	138 g/m ³ SFS, 16,5 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	SFS 0,5x U 0,5x CM
3	C	276 g/m ³ SFS, 33 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	SFS 1x U 1x CM
4	C	552 g/m ³ SFS, 66 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	SFS 2x U 2x CM
5	C	276 g/m ³ SFS, 16,5 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	SFS 1x U 0,5x CM
6	C	276 g/m ³ SFS, 66 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	SFS 1x U 1x CM
7	C	138 g/m ³ SFS, 33 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	SFS 0,5x U 1x CM
8	C	552 g/m ³ SFS, 33 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	SFS 2x U 1x CM
9	S	276 g/m ³ SFS, 33 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	SFS 1x U 1x SM
10	C	291,6 g/m ³ FN, 33 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	FN 0,5x U 1x CM
11	C	583 g/m ³ FN, 33 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	FN 1x U 1x CM
12	C	1166 g/m ³ FN, 66 g/m ³ Uréia, 25 g/m ³ KCl	FN 2x U 2x CM
13	S	CONTROLE	CONT SM

Sendo: C=com inoculação de fungos micorrizicos, S=sem inoculação de fungos micorrizicos, SFS = Super Fosfato Simples, FN = Fosfato Natural, U = Uréia, CONT = controle, 0x = sem dose, 0,5 = metade da dose, 1x = dose completa, 2x = o dobro da dose, CM =com micorriza, SM = sem micorriza.

As doses dos fertilizantes foram calculadas através da recomendação de adubação do IPEF (2008), com aplicação de 150 g de N, 700 g de P_2O_5 e 100 g de K_2O por m^3 de substrato.

A inoculação das micorrizas foi feita de modo natural, onde foram recolhidos corpos de frutificação dos fungos sobre a superfície do solo (Figura 1). Esses corpos de frutificação foram levados ao laboratório de fisiologia vegetal da UTFPR – campus Dois Vizinhos onde fez-se a identificação destes em microscópio através de suas estruturas de frutificação. O fungo identificado foi *Rhizopogon nigrescens*. Após secos, os corpos de frutificação foram moídos e misturados no substrato.



Figura 1. Corpos de frutificação de *Rhizopogon nigrescens* sobre o solo, no plantio de pinus na UNEP trilha ecológica, na UTFPR – campus Dois Vizinhos. Fonte: Mondardo, J.T. (2013).

O experimento foi conduzido em tubetes com capacidade de 50 cm^3 , sendo de 8 tubetes por repetição. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, dispostos em canteiros, com 3 repetições.

A condução do experimento foi dada pelo período de aproximadamente um ano a partir da implantação (abril/2012), visando à averiguação de

diferenças no comportamento dos tratamentos em função das variações climáticas normais durante o ano. A condução foi feita em casa de vegetação, cujas condições de temperatura e umidade do ar foram monitoradas através da instalação de um termohigrógrafo (Figura 2).



Figura 2. Bandejas com mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* dispostas em casa de vegetação no viveiro florestal da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR. Fonte: Mondardo, J.T. (2013).

Para a instalação do experimento, os tubetes foram preenchidos com substrato seco ao ar e colocados sobre bancadas de madeira. Em seguida, foram semeadas as sementes de pinus, num número de três a cinco sementes por vaso. Após a germinação, as plântulas excedentes foram retiradas, mantendo-se somente a plântula com as melhores condições visuais de desenvolvimento.

A determinação da quantidade de água a ser usada na irrigação dos vasos foi realizada através da avaliação da capacidade de campo do substrato, segundo o método descrito pela EMBRAPA (1997).

5.2 AVALIAÇÃO / ANÁLISES DAS PLÂNTULAS DE PINUS

Durante o ciclo de crescimento inicial das mudas foram avaliadas variáveis morfológicas como o diâmetro do colo, a altura total e, a cada mês após a emergência e ao final realização do experimento, foi avaliado massa seca da área foliar e massa seca das raízes.

Aos onze meses após a emergência das plantas, após a 11^a avaliação das variáveis morfológicas, a parte aérea e raízes de 50% das plantas (4 plantas/repetição, selecionadas via sorteio) foram coletadas visando avaliação de massa seca e teor de nutrientes (Figura 3). As plantas selecionadas foram cortadas ao nível do substrato. A matéria seca foi determinada, via pesagem em balança de precisão, após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas. Após, estas plantas foram moídas em moinho Wiley até passagem por peneira de 2 mm. Este material moído foi conduzido ao laboratório para análises químicas do tecido, sendo determinado os teores de N, P, K, Ca e Mg (TEDESCO et al., p. 174, 1995).

Após as etapas de avaliação, aos 11 meses de idade das mudas, as unidades experimentais foram desmontadas, após colheita da parte aérea, sendo separado o solo/substrato do sistema radicular das mudas. Este sistema radicular também foi avaliado quanto à massa seca e teor de nutrientes, conforme a metodologia já descrita para a parte aérea.



Figura 3. Coleta de parte aérea e raízes das mudas de *Pinus elliottii*. Fonte: Mondardo, J.T. (2013).

As análises das amostras de tecido de plantas e foram realizadas no laboratório de solos da ESALQ - USP, Piracicaba - SP.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e para os parâmetros significativos foram utilizadas a comparação de médias pelo teste tukey, utilizando o programa estatístico SAS 8.2 (SAS INSTITUTE, 2001).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de altura de planta de *Pinus elliottii* obtidos no experimento estão apresentados na Tabela 2. Nos 150 dias após a emergência (DAE) observou-se variação entre os tratamentos. Os melhores resultados de altura de plantas foram obtidos com a aplicação do fertilizante Super Fosfato Simples utilizando meia vezes a dose recomendada. As menores alturas de plantas até sete meses após a emergência (330 DAE) foram obtidas no tratamento controle, com aplicação de Fosfato Natural (FN) na quantidade de duas vezes a dose recomendada de Super Fosfato Simples (SFS) e duas vezes a dose recomendada de Uréia (N), que pode ter ocorrido uma toxidez por parte do excesso de fertilizante, o tratamento controle e tratamentos com o fertilizante fosfato natural proporcionaram desenvolvimento reduzido por apresentar sintomas visuais de deficiência de nutrientes, entre eles o P, apresentando plantas pouco desenvolvidas e folhas de cor verde-arroxeadas. Observando os tratamentos 3 (com micorriza) e o tratamento 9 (sem micorriza) é possível se observar que a micorriza proporciona um maior desenvolvimento em altura, a micorriza tem grande importância no desenvolvimento inicial das plantas pois ajuda na absorção de nutrientes e também na proteção da raiz contra a deficiência hídrica.

OLIVEIRA (1978) concluiu que, as micorrizas possibilitaram as mudas um melhor crescimento em altura, aumentando a absorção de água e nutrientes, bem como uma maior produção de biomassa. As mudas, quando na ausência das micorrizas, se apresentaram subdesenvolvidas, com aspecto clorótico e altamente sensíveis aos microorganismos do solo e condições ambientais diversas.

Os resultados de diâmetro de colo de planta de *Pinus elliottii* obtidos no experimento estão apresentados na Tabela 3. Nas primeiras avaliações não houve resultados conclusivos. Nas avaliações realizadas após os 150 DAE as plantas apresentaram os maiores diâmetros de colo com a aplicação de Super Fosfato Simples, nos tratamentos com meia dose e dose completa de SFS e dose completa de N (tratamentos 7 e 3). Nas últimas avaliações, os tratamentos com super fosfato simples tiveram um crescimento acelerado, já os

tratamentos com fosfato natural e controle mantiveram sua média de crescimento. Estes resultados concordam com o que está sendo observado visualmente no campo, pois onde foram utilizadas doses de super fosfato simples as plantas estão mais bem nutridas, devido à liberação mais rápida dos nutrientes pelo fertilizante, melhorando o aproveitamento dos mesmos pelas plantas. Comparando-se os tratamentos 3 e 9, que são respectivamente com micorriza e sem micorriza, os dois tratamentos obtiveram resultados semelhantes para diâmetro de colo, não diferindo estatisticamente.

Tabela 2. Altura de mudas de *Pinus elliottii* até 330 DAE (dias após a emergência).

Trat.	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
SFS 0x U 0x CM	5,1 ^{ns}	8,9 ^{ns}	13,9 ^{ns}	18,2 ^{ns}	23,9 ^{ns}	26,5 abc	28,4 abc	29,1 abc	29,8 abc	30,5 abc	31,1 ^{ns}
SFS 0,5x U 0,5x CM	4,5	6,6	11,4	16,0	21,3	25,1abcd	27,5 bcd	28,4 bcd	29,3 bcd	30,2 bcd	31,1
SFS 1x U 1x CM	4,6	7,6	13,1	18,4	24,4	28,8 abc	32,6 ab	34,5 ab	35,3 ab	36,2 ab	37,1
SFS 2x U 2x CM	3,4	6,0	10,0	14,1	18,0	20,9 de	23,0 de	24,4 de	25,0 de	25,7 de	27,1
SFS 1x U 0,5x CM	4,6	7,6	12,5	18,0	22,5	24,8 abc	25,9 bcd	26,6 bcd	27,2 bcd	27,8 bcd	28,6
SFS 1x U 1x CM	3,4	6,4	11,1	15,4	20,3	23,5 cde	25,7 bcd	27,2 bcd	27,9 bcd	28,6abcd	31,6
SFS 0,5x U 1x CM	5,3	8,9	14,4	19,9	25,8	29,9 a	32,7 a	34,0 a	34,7 a	35,5 a	36,0
SFS 2x U 1x CM	5,4	8,7	14,2	19,4	23,5	27,3 ab	30,2 ab	32,0 ab	33,3 ab	34,2 ab	35,1
SFS 1x U 1x SM	4,6	7,4	12,5	17,9	23,2	27,3abcd	30,0abcd	30,7 abc	31,4 bcd	32,1 bcd	32,9
FN 0,5x U 1x CM	5,2	8,5	13,2	18,1	22,6	23,2abcd	25,6abcd	26,3 bcd	27,0 bcd	27,7 bcd	28,4
FN 1x U 1x CM	4,8	7,9	12,4	16,6	20,2	23,6 cde	26,2 cd	28,0 dc	28,8 cd	29,5 cd	30,1
FN 2x U 2x CM	5,7	10,0	15,3	18,8	22,5	25,3 bcd	26,8 cd	27,7 dc	28,5 cd	29,5 cde	30,9
CONT SM	4,5	6,8	11,2	15,5	18,5	19,8 e	20,5 e	21,2 e	21,8 e	22,5 e	23,2
DMS	10,89	26,14	13,97	18,88	20,34	4,63	4,64	4,75	4,78	4,90	30,50
CV %	16,22	11,95	10,17	10,26	10,55	11,70	12,24	12,71	12,35	12,26	13,5

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Tabela 3. Diâmetro de mudas de *Pinus elliottii* até 330 DAE (dias após a emergência).

Tratamento	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
SFS 0x U 0x CM	1,0 ^{ns}	1,1 ^{ns}	1,8 ^{ns}	2,4 ^{ns}	2,7 ^{ns}	2,9 ^{ns}	3,1 ab	3,3 ab	3,5 ab	3,7 abc	4,2 bc
SFS 0,5x U 0,5x CM	1,0	1,1	1,6	2,2	2,3	2,4	2,6 ab	2,8 ab	3,1 ab	3,3 abc	3,6 de
SFS 1x U 1x CM	1,0	1,0	1,7	2,3	2,5	2,8	3,0 ab	3,3 ab	3,6 ab	3,9 ab	4,2 bc
SFS 2x U 2x CM	0,9	1,1	1,4	2,0	2,1	2,3	2,5 ab	2,7 ab	2,9 ab	3,1 bc	3,3 fg
SFS 1x U 0,5x CM	1,0	1,1	1,7	2,1	2,4	2,7	2,9 ab	3,2 ab	3,4 ab	3,7 abc	3,9 bcd
SFS 1x U 1x CM	1,0	1,0	1,4	2,0	2,1	2,6	3,0 ab	3,4 ab	3,8 a	4,1 a	4,5 a
SFS 0,5x U 1x CM	1,0	1,1	1,9	2,9	2,8	3,2	3,5 a	3,7 a	3,9 a	4,1 a	4,3 b
SFS 2x U 1x CM	1,0	1,1	1,8	2,4	2,5	2,7	3,0 ab	3,2 ab	3,5 ab	3,7 ab	4,0 bcd
SFS 1x U 1x SM	1,0	1,0	1,7	2,2	2,3	2,6	2,9 ab	3,2 ab	3,5 ab	3,8 ab	4,1 bc
FN 0,5x U 1x CM	1,0	1,1	1,7	2,2	2,3	2,6	2,8 ab	3,0 ab	3,2 ab	3,4 abc	3,6 de
FN 1x U 1x CM	1,0	1,1	1,7	2,2	2,4	2,6	2,8 ab	3,0 ab	3,2 ab	3,4 bc	3,5 ef
FN 2x U 2x CM	1,1	1,1	1,9	2,3	2,4	2,6	2,8 ab	3,0 ab	3,1 ab	3,2 bc	3,3 fg
CONT SM	1,0	1,1	1,4	1,9	2,0	2,2	2,3 b	2,5 b	2,6 b	2,8 c	3,0 g
DMS	0,21	0,29	1,76	1,60	1,82	1,01	1,03	1,03	1,10	0,92	0,35
CV %	8,98	6,51	16,13	14,68	13,02	12,80	12,19	11,81	11,57	11,44	12,71

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de altura de planta de *Pinus taeda* obtidos no experimento estão apresentados na Tabela 4. Os resultados mais conclusivos foram obtidos

120 dias após a emergência (DAE), onde se intensificou as diferenças na altura das mudas entre os tratamentos. Os melhores resultados foram obtidos com a aplicação do fertilizante Super Fosfato Simples, sendo o melhor resultado obtido com aplicação de em meia vezes a dose recomendada (tratamento 7), as menores alturas de plantas até sete meses após a emergência (330 DAE) foram obtidas nos controle, com aplicação de Fosfato Natural FN, que contém a adubação de duas vezes a dose recomendada de Super Fosfato Simples SFS e duas vezes a dose recomendada de uréia N, que pode ter ocorrido uma toxidez por parte do excesso de fertilizante, o tratamento controle e tratamentos com o fertilizante fosfato natural proporcionaram desenvolvimento reduzido por apresentar sintomas visuais de deficiência de nutrientes, entre eles o P, apresentando plantas pouco desenvolvida e cor de folhas verde-arroxeadas. Na espécie de *Pinus taeda* também é possível ver o incremento na altura das mudas pela adição de micorriza (tratamento 3) em relação a sem micorriza (tratamento 9), embora não tenham diferido estatisticamente, para diâmetro de colo os dois tratamentos obtiveram resultados semelhantes, e não diferiram estatisticamente.

Os resultados de diâmetro de colo de planta de *Pinus taeda* obtidos no experimento estão apresentados na Tabela 5. Nas primeiras avaliações não houve resultados conclusivos. Nas avaliações realizadas após os 120 DAE as plantas apresentaram os maiores diâmetros de colo com a aplicação de Super Fosfato Simples, nos tratamentos com meia dose e dose completa de SFS e dose completa de Uréia N (tratamentos 7, 3 e 8).

Tabela 4. Altura de mudas de *Pinus taeda* até 330 DAE (dias após a emergência).

Trat.	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
SFS 0x U 0x CM	4,5 ^{ns}	8,2 ^{ns}	12,3 ^{ns}	16,8 ^{ns}	21,6 ^{ns}	24,5 abc	26,4 abc	27,0 abc	27,6 abc	28,2 abc	29,2 ^{ns}
SFS 0,5x U 0,5x CM	3,4	6,3	10,2	14,5	20,2	22,4 abcd	23,6 bcd	24,4 bcd	25,2 bcd	26,0 bcd	27,0
SFS 1x U 1x CM	4,2	7,4	11,9	16,1	20,7	23,5 abc	25,2 ab	25,2 ab	27,0 ab	27,6 ab	27,8
SFS 2x U 2x CM	3,7	6,5	10,4	12,9	16,1	18,5 de	20,2 de	21,1 de	22,1 de	23,0 de	24,0
SFS 1x U 0,5x CM	4,4	7,7	12,9	17,3	21,8	24,1 abc	25,2 bcd	25,9 bcd	26,5 bcd	27,1 bcd	27,4
SFS 1x U 1x CM	2,9	5,6	9,6	13,2	16,4	20,0 cde	23,0 bcd	25,3 bcd	26,9 bcd	27,9 abcd	28,9
SFS 0,5x U 1x CM	4,7	8,7	13,1	17,2	21,4	25,3 a	27,8 a	29,1 a	29,9 a	30,6 a	30,6
SFS 2x U 1x CM	5,0	9,0	14,6	19,5	22,9	25,6 ab	27,2 ab	28,0 ab	28,8 ab	29,4 ab	30,2
SFS 1x U 1x SM	3,7	6,7	10,8	14,6	18,4	21,1 abcd	22,1 abcd	22,5 bcd	22,9 bcd	23,3 bcd	23,7
FN 0,5x U 1x CM	5,0	8,7	12,8	16,2	21,0	24,0 abcd	25,9 abcd	26,5 bcd	27,1 bcd	27,7 bcd	28,2
FN 1x U 1x CM	3,4	6,7	9,9	13,0	16,9	19,5 cde	20,9 cd	21,5 cd	21,9 cd	22,6 cd	22,8
FN 2x U 2x CM	4,3	8,3	12,6	15,2	17,9	19,2 bcd	19,6 cd	19,9 cd	20,3 cde	20,6 cde	21,0
CONT SM	3,8	5,7	9,3	11,7	13,5	14,9 e	15,9 e	16,6 e	17,4 e	18,1 e	19,7
DMS	10.89	26.14	13.97	18.88	20.34	4.63	4.64	4.75	4.78	4.90	30.50
CV %	16.22	11.95	10.17	10.26	10.55	11.70	12.24	12.71	12.35	12.26	13.56

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Tabela 5. Diâmetro de mudas de *Pinus taeda* até 330 DAE (dias após a emergência).

Tratamentos	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
SFS 0x U 0x CM	0,9 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,9 ^{ns}	2,1 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,4 ab	2,6 ab	2,8 ab	3,0 abc	3,2 bcd
SFS 0,5x U 0,5x CM	0,9	1,0	1,2	1,8	1,9	2,1	2,3 ab	2,5 ab	2,7 ab	2,9 abc	3,2 de
SFS 1x U 1x CM	0,9	1,0	1,3	1,9	2,0	2,3	2,5 ab	2,7 ab	3,0 ab	3,2 ab	3,4 bc
SFS 2x U 2x CM	0,8	1,0	1,2	1,7	1,8	2,1	2,3 ab	2,5 ab	2,7 ab	2,9 abc	3,1 ef
SFS 1x U 0,5x CM	0,9	1,0	1,3	1,8	1,9	2,2	2,4 ab	2,7 ab	3,0 ab	3,2 abc	3,4 bcd
SFS 1x U 1x CM	0,8	0,9	1,2	1,6	1,8	2,2	2,4 ab	2,6 ab	2,8 ab	3,0 ab	3,2 b
SFS 0,5x U 1x CM	0,9	1,0	1,3	2,0	2,2	2,5	2,9 a	3,2 a	3,5 a	3,8 a	4,2 a
SFS 2x U 1x CM	0,9	1,0	1,4	2,0	2,1	2,4	2,7 ab	2,9 ab	3,1 ab	3,3 ab	3,5 bc
SFS 1x U 1x SM	0,8	1,0	1,2	1,7	1,9	2,1	2,3 ab	2,6 ab	2,8 ab	3,0 abc	3,3 bcd
FN 0,5x U 1x CM	1,0	1,0	1,4	1,9	2,1	2,3	2,5 ab	2,7 ab	2,9 ab	3,1 abc	3,4 cde
FN 1x U 1x CM	0,8	1,0	1,3	1,7	1,8	2,0	2,1 ab	2,3 ab	2,5 ab	2,6 bc	2,8 ef
FN 2x U 2x CM	1,0	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,2 ab	2,3 ab	2,4 ab	2,4 bc	2,4 fg
CONT SM	0,8	0,9	1,1	1,4	1,5	1,6	1,8 b	2,0 b	2,1 b	2,3 c	2,5 g
DMS	0.21	0.29	1.76	1.60	1.82	1.01	1.03	1.03	1.10	0.92	0.35
CV %	8.98	6.51	16.13	14.68	13.02	12.80	12.19	11.81	11.57	11.44	12.71

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de massa seca das mudas de *Pinus* obtidos no experimento estão apresentados na Tabela 6. Para a espécie, o *Pinus elliotii* apresentou maior quantidade de massa seca em relação à espécie *Pinus taeda*. Em relação aos tratamentos, os melhores resultados foram obtidos no tratamento 7, que foi aplicado metade da dose recomendada de super fosfato simples e a dose normal de uréia, o tratamento 7 foi seguido pelo tratamento 1 que não foi aplicado doses de fósforo e nem de nitrogênio. O tratamento que apresentou o menor peso de massa seca foi o tratamento 13, que é o tratamento controle onde não possui aplicação de fertilizantes e inoculação de fungos micorrizicos. Para as comparações entre espécies com o mesmo

tratamento, foram obtidos resultados com diferença significativa apenas nos tratamentos 9, 10, 12 e 13. No restante dos tratamentos não houve diferença significativa entre si. Comparando-se os tratamentos 3 (sem micorriza) e o 9 (com micorriza) pode-se perceber que inoculação de micorriza possibilitou o incremento de matéria seca das plantas, proporcionando um melhor desenvolvimento inicial das mudas.

Tabela 6. Massa Seca por planta (parte aérea + raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g pl⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamentos	<i>elliottii</i>	<i>taeda</i>	Média
SFS 0x U 0x CM	3,75 A ^{ns}	4,37 Aa	4,06
SFS 0,5x U 0,5x CM	3,31 A	2,70 Aabc	3,00
SFS 1x U 1x CM	4,60 A	2,42 Aabc	3,51
SFS 2x U 2x CM	2,48 A	2,38 Aabc	2,43
SFS 1x U 0,5x CM	3,01 A	2,49 Aabc	2,75
SFS 1x U 1x CM	3,63 A	2,83 Aabc	3,23
SFS 0,5x U 1x CM	4,75 A	4,02 Aab	4,38
SFS 2x U 1x CM	3,60 A	2,91 Aabc	3,26
SFS 1x U 1x SM	3,14 A	1,85 Babc	2,49
FN 0,5x U 1x CM	3,14 A	2,91 Babc	3,02
FN 1x U 1x CM	2,90 A	1,62 Abc	2,26
FN 2x U 2x CM	3,60 A	1,44 Bbc	2,52
CONT SM	1,81 A	1,25 Bc	1,53

Médias seguidas pela mesma letra na coluna e na linha não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de nitrogênio no tecido das plantas inteiras de pinus estão apresentados na tabela 7. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus elliottii* apresentou maior o teor do nutriente no tecido, sobrepondo-se sobre a espécie de *Pinus taeda* em quase todos os tratamentos. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 7 obteve maiores teores de nitrogênio no tecido, seguido pelo tratamento 1. As tratamentos que apresentaram menores teores foram o tratamento 13, 12, 11 e 9. Os tratamentos com aplicação de duas vezes a dose recomendada apresentaram resultados razoáveis, mas inferiores aos tratamentos com doses menores. Comparando-se os tratamentos 3 e 9, que tiveram as mesmas quantidades de fertilizantes adicionados, e diferem apenas na adição ou não de fungos micorrizos, podemos observar que o tratamento com micorriza obteve maior teor de nitrogênio no tecido das plantas que o tratamento sem micorriza.

Tabela 7. Teor de N (Nitrogênio) por planta (parte aérea + raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (mg pl⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamentos	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	22,06	23,25	22,66 AB
SFS 0,5x U 0,5x CM	16,25	14,56	15,41 CDE
SFS 1x U 1x CM	25,06	13,00	19,03 ABCD
SFS 2x U 2x CM	14,21	13,82	14,01 CDE
SFS 1x U 0,5x CM	18,87	15,03	16,95 BCD
SFS 1x U 1x CM	21,72	18,22	19,97 ABC
SFS 0,5x U 1x CM	26,18	22,00	24,09 A
SFS 2x U 1x CM	20,39	15,61	18,00 ABCD
SFS 1x U 1x SM	16,74	10,87	13,80 CDE
FN 0,5x U 1x CM	20,37	15,67	18,02 ABCD
FN 1x U 1x CM	17,76	8,45	13,10 DE
FN 2x U 2x CM	17,52	8,51	13,02 DE
CONT SM	11,77	7,80	9,79 E
Média	19,15 A	14,37 B	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de fósforo no tecido das plantas inteiras de pinus estão apresentados na tabela 8. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus elliottii* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, sobrepondo-se sobre a espécie de *Pinus taeda*. O tratamento 1 obteve maiores teores de fósforo no tecido, seguido pelo tratamento 3, Os tratamentos que apresentaram menores teores foram o tratamento 13, que é o tratamento controle e o tratamento 11, com a dose normal de fósforo. Observando os tratamentos com adição de micorriza (tratamento 3) e sem adição de micorriza (tratamento 9), é possível perceber que a adição de micorriza proporcionou maior teor de fósforo no tecido da planta em relação ao tratamento sem micorriza.

Tabela 8. Teor de P (Fósforo) por planta (parte aérea + raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (mg pl⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamentos	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	13,16	13,46	13,31 A
SFS 0,5x U 0,5x CM	9,96	10,65	10,30 ABC
SFS 1x U 1x CM	14,33	9,70	12,02 AB
SFS 2x U 2x CM	9,62	10,70	10,16 ABCD
SFS 1x U 0,5x CM	10,03	9,64	9,84 ABCD
SFS 1x U 1x CM	11,33	10,66	11,00 ABC
SFS 0,5x U 1x CM	10,89	11,00	10,95 ABC
SFS 2x U 1x CM	11,79	11,42	11,60 AB
SFS 1x U 1x SM	8,32	6,35	7,33 CDE
FN 0,5x U 1x CM	9,35	7,19	8,27 BCDE
FN 1x U 1x CM	7,60	4,42	6,01 DE
FN 2x U 2x CM	11,19	5,35	8,27 BCDE
CONT SM	5,74	3,77	4,76 E
Média	10,26 A	8,79 B	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de potássio no tecido das plantas inteiras de pinus estão apresentados na tabela 9. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus elliottii* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, sobrepondo-se sobre a espécie de *Pinus taeda*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 7 obteve maiores teores de potássio no tecido, seguido pelo tratamento 3. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamentos 13 e 11. Comparando-se os tratamentos 3 e 9, com e sem micorriza, observamos que o tratamento com adição de micorriza proporcionou um maior teor de potássio no tecido da planta, sobrepondo-se sobre o tratamento sem adição.

Tabela 9. Teor de K (Potássio) por planta (parte aérea + raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (mg pl⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	15,54	20,23	17,89 ABC
SFS 0,5x U 0,5x CM	16,03	13,76	14,90 BCDE
SFS 1x U 1x CM	23,68	12,34	18,01 AB
SFS 2x U 2x CM	10,73	11,68	11,20 BCDE
SFS 1x U 0,5x CM	15,53	11,37	13,45 BCDE
SFS 1x U 1x CM	17,11	15,79	16,45 ABCD
SFS 0,5x U 1x CM	25,71	20,63	23,17 A
SFS 2x U 1x CM	17,62	14,31	15,96 BCD
SFS 1x U 1x SM	14,16	10,19	12,18 BCDE
FN 0,5x U 1x CM	14,25	15,37	14,81 BCDE
FN 1x U 1x CM	14,01	7,31	10,66 DE
FN 2x U 2x CM	14,84	7,21	11,03 CDE
CONT SM	10,00	6,15	8,08 E
Média	16,09 A	12,80 B	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de cálcio no tecido das plantas inteiras de pinus estão apresentados na tabela 10. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus elliottii* apresentou o maior teor do nutriente no tecido de que a espécie *Pinus taeda*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 1 obteve maiores teores de cálcio no tecido, seguido pelos tratamentos 3 e 7. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamentos 13 e 11. Para os tratamento com adição de micorriza (tratamento 3) e sem adição de micorriza (tratamento 9), a adição de micorriza proporcionou um teor maior de cálcio no tecido vegetal, proporcionando uma planta mais bem nutrida em relação ao tratamento sem micorriza.

Tabela 10. Teor de Ca (Cálcio) por planta (parte aérea + raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (mg pl⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	37,67	42,34	40,00 A
SFS 0,5x U 0,5x CM	24,91	27,01	25,96 BCD
SFS 1x U 1x CM	38,75	28,36	33,56 AB
SFS 2x U 2x CM	22,97	24,62	23,79 BCD
SFS 1x U 0,5x CM	27,09	22,74	24,91 BCD
SFS 1x U 1x CM	30,31	23,70	27,01 ABCD
SFS 0,5x U 1x CM	33,48	31,87	32,68 AB
SFS 2x U 1x CM	30,49	25,99	28,24 ABC
SFS 1x U 1x SM	24,20	16,30	20,25 BCD
FN 0,5x U 1x CM	24,23	20,33	22,28 BCD
FN 1x U 1x CM	21,93	16,02	18,98 CD
FN 2x U 2x CM	33,34	14,77	24,05 BCD
CONT SM	16,77	12,56	14,66 D
Média	28,16 A	23,59 B	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de magnésio no tecido das plantas inteiras de pinus estão apresentados na tabela 11. Para a comparação das duas espécies, a espécie de *Pinus elliottii* apresentou o maior teor do nutriente no tecido de que a espécie de *Pinus taeda*. O tratamento 7 obteve maiores teores de magnésio no tecido, seguido pelo tratamento 1. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamento 4 e 13. Comparando-se os tratamentos 3 e 9 que correspondem à adição e não de micorriza, observamos que a adição de micorriza obteve um maior teor de magnésio no tecido da planta em relação a não adição de micorriza.

Tabela 11. Teor de Mg (Magnésio) por planta (parte aérea + raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (mg pl⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	5,09	6,80	5,94 AB
SFS 0,5x U 0,5x CM	4,10	4,16	4,13 BCD
SFS 1x U 1x CM	5,86	4,16	5,01 BC
SFS 2x U 2x CM	3,08	3,14	3,11 D
SFS 1x U 0,5x CM	4,02	3,96	3,99 CD
SFS 1x U 1x CM	4,27	3,86	4,07 CD
SFS 0,5x U 1x CM	7,00	7,28	7,14 A
SFS 2x U 1x CM	4,86	3,48	4,17 BCD
SFS 1x U 1x SM	4,20	2,54	3,37 CD
FN 0,5x U 1x CM	4,11	4,54	4,32 BCD
FN 1x U 1x CM	4,49	2,98	3,74 CD
FN 2x U 2x CM	6,08	3,06	4,57 BCD
CONT SM	3,52	2,60	3,06 D
Média	4,67 A	4,04 B	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de massa seca das plantas de pinus estão apresentados na tabela 12. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus elliottii* apresentou maior quantidade de massa seca, sobrepondo-se sobre a espécie de *Pinus taeda* em quase todos os tratamentos. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, os tratamentos 1 e 7 obtiveram as maiores peso de massa seca, e os tratamentos com menores pesos de massa seca foram os tratamentos 11 e 13. Comparando os tratamentos com adição de micorriza (tratamento 3) e sem adição (tratamento 9), observamos que a adição de micorriza proporcionou maior incremento de massa seca de raiz, sobrepondo-se sobre o tratamento sem micorriza. É possível observar que os fungos micorrizicos aumentam o sistema radicular das plantas, aumentando assim, a área de absorção de nutrientes e água, possibilitando assim um melhor desenvolvimento das plantas, possibilitando um melhor estado nutricional das mesmas quando instaladas em solos com pouca fertilidade, pedregosos e rasos.

Harley (1969) comenta que, o incremento na área superficial de absorção se traduz em um incremento no volume de solo explorado pelas raízes. Estima-se que a superfície da área explorada por ectomicorrizas é 1000 vezes superior aquela de raízes sem a presença do fungo micorrízico.

Tabela 12. Massa seca por planta (raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g pl^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	1,67	2,16	1,92 A
SFS 0,5x U 0,5x CM	1,19	1,48	1,33 ABCD
SFS 1x U 1x CM	1,81	1,49	1,65 AB
SFS 2x U 2x CM	1,21	1,24	1,22 BCD
SFS 1x U 0,5x CM	1,26	1,35	1,30 BCD
SFS 1x U 1x CM	1,75	1,40	1,58 ABC
SFS 0,5x U 1x CM	2,04	1,80	1,92 A
SFS 2x U 1x CM	1,52	1,44	1,48 ABC
SFS 1x U 1x SM	1,42	0,86	1,14 BCD
FN 0,5x U 1x CM	1,29	1,18	1,23 BCD
FN 1x U 1x CM	1,25	0,78	1,01 DC
FN 2x U 2x CM	1,59	0,70	1,15 BCD
CONT SM	0,96	0,62	0,79 D
Média	1,46 A	1,27 B	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de nitrogênio no tecido da parte aérea das plantas de pinus estão apresentados na tabela 12. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus elliottii* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, mas não diferiu estatisticamente da espécie de *Pinus taeda*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 6 obteve maiores teores de nitrogênio no tecido, mas não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamentos 2 e 7.

Os resultados de nitrogênio no tecido da raiz das plantas de pinus estão apresentados na tabela 13. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus taeda* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, mas não diferiu estatisticamente da espécie de *Pinus elliottii*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 13, que é o tratamento controle, que não foi aplicado fertilizante nem inoculado fungos micorrizicos, obteve maiores teores de nitrogênio no tecido, mas não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamentos 2 e 3.

Para a comparação dos tratamentos com micorriza e sem micorriza (tratamentos 3 e 9) não houve diferença significativa tanto para parte aérea quanto para raiz.

Tabela 13. Quantidade de N (Nitrogênio) por planta (parte aérea) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g kg^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	5,73	4,93	5,33 A
SFS 0,5x U 0,5x CM	4,69	4,75	4,72 A
SFS 1x U 1x CM	5,31	5,18	5,25 A
SFS 2x U 2x CM	5,38	5,09	5,23 A
SFS 1x U 0,5x CM	5,87	6,06	5,96 A
SFS 1x U 1x CM	5,88	6,45	6,16 A
SFS 0,5x U 1x CM	5,07	4,38	4,72 A
SFS 2x U 1x CM	5,02	5,03	5,02 A
SFS 1x U 1x SM	4,79	5,35	5,07 A
FN 0,5x U 1x CM	6,44	4,50	5,47 A
FN 1x U 1x CM	5,80	4,13	4,97 A
FN 2x U 2x CM	4,45	5,22	4,83 A
CONT SM	5,71	5,35	5,53 A
Média	5,39 A	5,11 A	5,25

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Tabela 14. Quantidade de N (Nitrogênio) por planta (raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g kg^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	6,16	5,71	5,93 A
SFS 0,5x U 0,5x CM	5,32	5,91	5,61 A
SFS 1x U 1x CM	5,84	5,66	5,75 A
SFS 2x U 2x CM	6,15	6,44	6,29 A
SFS 1x U 0,5x CM	6,74	6,31	6,52 A
SFS 1x U 1x CM	5,90	6,39	6,15 A
SFS 0,5x U 1x CM	6,16	6,81	6,48 A
SFS 2x U 1x CM	6,23	5,70	5,97 A
SFS 1x U 1x SM	6,15	6,46	6,30 A
FN 0,5x U 1x CM	6,54	6,73	6,64 A
FN 1x U 1x CM	6,55	6,52	6,54 A
FN 2x U 2x CM	5,41	6,71	6,06 A
CONT SM	7,20	7,12	7,16 A
Média	6,18 A	6,34 A	6,26

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de fósforo no tecido da parte aérea das plantas de pinus estão apresentados na tabela 14. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus taeda* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, que se sobrepôs

a espécie de *Pinus elliottii*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 4, maiores teores de fósforo no tecido, seguido pelo tratamento 5. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamentos 7, 11 e 12. O fertilizante super fosfato simples por ter liberação mais gradativa dos nutrientes no substrato proporciona um melhor desenvolvimento das plantas em relação ao fosfato natural, em junção com fungos micorrizicos o fertilizante super fosfato simples possibilita uma boa nutrição das plantas, formando mudas mais vigorosas.

Os resultados de fósforo no tecido da raiz das plantas de pinus estão apresentados na tabela 15. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus taeda* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, mas não diferiu estatisticamente da espécie de *Pinus elliottii*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 4, maiores teores de fósforo no tecido, seguido pelo tratamento 3. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamentos 7 e 11.

Tabela 15. Quantidade de P (Fósforo) por planta (parte aérea) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g kg^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	1,95	2,08	2,01 ABCD
SFS 0,5x U 0,5x CM	2,02	2,48	2,25 ABCD
SFS 1x U 1x CM	2,04	2,70	2,37 ABC
SFS 2x U 2x CM	2,47	2,89	2,68 A
SFS 1x U 0,5x CM	2,27	2,90	2,59 AB
SFS 1x U 1x CM	2,08	2,52	2,30 ABCD
SFS 0,5x U 1x CM	1,52	1,84	1,68 D
SFS 2x U 1x CM	2,05	2,31	2,18 ABCD
SFS 1x U 1x SM	1,65	2,34	1,99 ABCD
FN 0,5x U 1x CM	2,14	1,69	1,91 BCD
FN 1x U 1x CM	1,90	1,63	1,76 CD
FN 2x U 2x CM	1,73	1,97	1,85 CD
CONT SM	2,13	2,14	2,14 ABCD
Média	2,00 B	2,27 A	2,13

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Tabela 16. Quantidade de P (Fósforo) por planta (raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g kg⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Legenda	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	5,34	4,14	4,74 ABCDEF
SFS 0,5x U 0,5x CM	4,70	5,18	4,94 ABCDE
SFS 1x U 1x CM	4,82	5,83	5,32 AB
SFS 2x U 2x CM	5,42	5,87	5,65 A
SFS 1x U 0,5x CM	4,78	4,84	4,81 ABCDEF
SFS 1x U 1x CM	4,44	5,07	4,75 ABCDEF
SFS 0,5x U 1x CM	3,33	3,83	3,58 F
SFS 2x U 1x CM	4,94	5,62	5,28 ABC
SFS 1x U 1x SM	3,85	4,71	4,28 BCDEF
FN 0,5x U 1x CM	4,23	3,65	3,94 DEF
FN 1x U 1x CM	3,75	3,75	3,75 EF
FN 2x U 2x CM	4,81	5,45	5,13 ABCD
CONT SM	4,09	3,92	4,01 CDEF
	4,50 A	4,76 A	4,63

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de potássio no tecido da parte aérea das plantas de pinus estão apresentados na tabela 16. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus taeda* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, mas não diferiu estatisticamente da espécie de *Pinus elliottii*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 4, maiores teores de potássio no tecido, seguido pelo tratamento 3, mas não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamentos 7 e 11.

Os resultados de potássio no tecido da raiz das plantas de pinus estão apresentados na tabela 17. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus taeda* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, mas não diferiu estatisticamente da espécie de *Pinus elliottii*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 6, maiores teores de potássio no tecido, mas não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamentos 1 e 10.

Tabela 17. Quantidade de K (Potássio) por planta (parte aérea) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g kg^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	3,91	5,10	4,51 A
SFS 0,5x U 0,5x CM	4,93	5,02	4,97 A
SFS 1x U 1x CM	5,61	5,44	5,53 A
SFS 2x U 2x CM	4,93	5,02	4,97 A
SFS 1x U 0,5x CM	5,36	4,68	5,02 A
SFS 1x U 1x CM	5,02	5,36	5,19 A
SFS 0,5x U 1x CM	6,29	5,44	5,87 A
SFS 2x U 1x CM	5,44	5,19	5,31 A
SFS 1x U 1x SM	4,59	6,38	5,48 A
FN 0,5x U 1x CM	4,68	6,04	5,36 A
FN 1x U 1x CM	5,10	4,08	4,59 A
FN 2x U 2x CM	4,25	5,19	4,72 A
CONT SM	6,21	5,53	5,87 A
Média	5,10 A	5,26 A	5,18

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Tabela 18. Quantidade de K (Potássio) por planta (raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g kg^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	4,34	4,17	4,25 A
SFS 0,5x U 0,5x CM	4,68	5,19	4,93 A
SFS 1x U 1x CM	4,59	4,59	4,59 A
SFS 2x U 2x CM	3,83	4,93	4,38 A
SFS 1x U 0,5x CM	4,85	4,76	4,80 A
SFS 1x U 1x CM	4,25	5,87	5,06 A
SFS 0,5x U 1x CM	4,08	4,76	4,42 A
SFS 2x U 1x CM	4,34	4,76	4,55 A
SFS 1x U 1x SM	4,34	4,42	4,38 A
FN 0,5x U 1x CM	4,51	4,08	4,29 A
FN 1x U 1x CM	4,42	4,93	4,68 A
FN 2x U 2x CM	3,91	4,93	4,42 A
CONT SM	4,76	4,42	4,59 A
Média	4,37 A	4,75 A	4,56

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de magnésio no tecido da parte aérea das plantas de pinus estão apresentados na tabela 18. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus taeda* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, sobrepondo-se sobre a espécie de *Pinus elliottii*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 13, maiores teores de magnésio no tecido, seguido pelos tratamentos 7, 11 e 12. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamentos 4 e 6.

Os resultados de magnésio no tecido da raiz das plantas de pinus estão apresentados na tabela 19. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus taeda* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, mas não diferiu estatisticamente da espécie de *Pinus elliottii*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 12, maiores teores de magnésio no tecido, seguido pelo tratamento 13. Os tratamentos que apresentaram menores teores foram os tratamentos 2, 3, 4, 6, 8 e 9.

Tabela 19. Quantidade de Mg (Magnésio) por planta (parte aérea) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g kg^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	1,07	1,33	1,20 BC
SFS 0,5x U 0,5x CM	1,13	1,37	1,25 BC
SFS 1x U 1x CM	1,07	1,77	1,42 ABC
SFS 2x U 2x CM	0,90	1,07	0,98 C
SFS 1x U 0,5x CM	1,10	1,10	1,10 BC
SFS 1x U 1x CM	0,90	1,10	1,00 C
SFS 0,5x U 1x CM	1,20	1,87	1,53 AB
SFS 2x U 1x CM	1,07	1,20	1,13 BC
SFS 1x U 1x SM	0,97	1,33	1,15 BC
FN 0,5x U 1x CM	0,97	1,40	1,18 BC
FN 1x U 1x CM	1,40	1,63	1,52 AB
FN 2x U 2x CM	1,20	1,90	1,55 AB
CONT SM	1,63	1,83	1,73 A
Média	1,12 B	1,45 A	1,29

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Tabela 20. Quantidade de Mg (Magnésio) por planta (raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g kg^{-1}) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	1,70	1,77	1,73 BC
SFS 0,5x U 0,5x CM	1,43	1,70	1,57 C
SFS 1x U 1x CM	1,60	1,70	1,65 C
SFS 2x U 2x CM	1,63	1,53	1,58 C
SFS 1x U 0,5x CM	1,60	2,10	1,85 ABC
SFS 1x U 1x CM	1,47	1,63	1,55 C
SFS 0,5x U 1x CM	1,87	1,73	1,80 ABC
SFS 2x U 1x CM	1,67	1,20	1,43 C
SFS 1x U 1x SM	1,73	1,40	1,57 C
FN 0,5x U 1x CM	1,77	1,80	1,78 ABC
FN 1x U 1x CM	1,77	2,00	1,88 ABC
FN 2x U 2x CM	2,30	2,30	2,30 A
CONT SM	2,13	2,30	2,22 AB
Média	1,74 A	1,78 A	1,76

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Os resultados de cálcio no tecido da parte aérea das plantas de pinus estão apresentados na tabela 20. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus taeda* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, sobrepondo-se sobre a espécie de *Pinus elliottii*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 13, proporcionou maiores teores de cálcio no tecido. O tratamento que apresentou menor teor foi o tratamento 10, os restantes dos tratamentos não diferiram estatisticamente.

Os resultados de cálcio no tecido da raiz das plantas de pinus estão apresentados na tabela 21. Comparando-se as duas espécies, a espécie de *Pinus elliottii* apresentou o maior teor do nutriente no tecido, mas não diferiu estatisticamente da espécie de *Pinus taeda*. A interação entre os tratamentos não foi significativa, então comparando as médias, o tratamento 1 e 3, proporcionou maiores teores de cálcio no tecido. O tratamento que apresentou menor teor foi o tratamento 7, os restantes dos tratamentos não diferiram estatisticamente.

Tabela 21. Quantidade de Ca (Cálcio) por planta (parte aérea) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g kg⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	4,50	6,03	5,27 AB
SFS 0,5x U 0,5x CM	5,28	6,75	6,02 AB
SFS 1x U 1x CM	4,78	8,73	6,76 AB
SFS 2x U 2x CM	4,88	7,12	6,00 AB
SFS 1x U 0,5x CM	5,83	5,23	5,53 AB
SFS 1x U 1x CM	4,93	6,28	5,61 AB
SFS 0,5x U 1x CM	5,23	5,87	5,55 AB
SFS 2x U 1x CM	4,23	6,22	5,23 AB
SFS 1x U 1x SM	4,35	6,48	5,42 AB
FN 0,5x U 1x CM	4,25	4,85	4,55 B
FN 1x U 1x CM	4,95	6,95	5,95 AB
FN 2x U 2x CM	5,47	8,00	6,73 AB
CONT SM	6,25	7,87	7,06 A
Média	5,00 B	6,64 A	5,82

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

Tabela 22. Quantidade de Ca (Cálcio) por planta (raiz) das mudas de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em (g kg⁻¹) aos 11 meses. Dose completa SFS 1x = 138 g, FN 1x = 583 g, CM = com micorriza e SM = sem micorriza.

Tratamento	elliottii	taeda	Média
SFS 0x U 0x CM	16,75	13,33	15,04 A
SFS 0,5x U 0,5x CM	11,73	12,77	12,25 AB
SFS 1x U 1x CM	14,38	16,20	15,29 A
SFS 2x U 2x CM	13,73	13,18	13,46 AB
SFS 1x U 0,5x CM	12,87	12,37	12,62 AB
SFS 1x U 1x CM	11,50	10,58	11,04 AB
SFS 0,5x U 1x CM	9,40	10,43	9,92 B
SFS 2x U 1x CM	14,35	11,78	13,07 AB
SFS 1x U 1x SM	11,60	11,82	11,71 AB
FN 0,5x U 1x CM	12,87	10,15	11,51 AB
FN 1x U 1x CM	11,50	12,90	12,20 AB
FN 2x U 2x CM	14,13	12,27	13,20 AB
CONT SM	11,70	12,10	11,90 AB
Média	12,81 A	12,30 A	12,55

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 1% de probabilidade de erro.

7 CONCLUSÕES

A espécie *Pinus elliottii* apresenta melhor desenvolvimento de plantas, produção de matéria seca e teor de nutrientes na raiz e biomassa aérea em relação à *Pinus taeda*, com maior altura e diâmetro das plantas.

O fertilizante Super Fosfato Simples proporciona melhor desenvolvimento inicial das mudas comparado ao fertilizante Fosfato Natural, mas estes resultados em metade da dose e dose normal do fertilizante, tanto da espécie de *Pinus elliottii* quanto da espécie *Pinus taeda*.

A inoculação de fungos micorrizicos no substrato se mostrou eficiente, proporcionando um melhor desenvolvimento das mudas, produção de matéria seca e teor de nutrientes na raiz e biomassa aérea comparado ao substrato sem os fungos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, JOÃO ROGÉRIO; SOUZA, OZAIR; PODLECH, PABLO ANGEL; GIACHINI, ADMIR JOSÉ; OLIVEIRA, VETÚRIA LOPES. **Efeito de inoculante ectomicorrízico produzido por fermentação semi-sólida sobre o crescimento de Eucalyptus dunnii Maiden**. Pesp. agropec. bras. v.36, p.307-313, 2001.

BALLARIN, ADRIANO WAGNER; PALMA, HERNANDO ALFONSO LARA. **Revista da Madeira** - Edição N°83. p 24-27. Agosto de 2004.

BARROS, NAIRAM FÉLIX de NEVES, CÉSAR LIMA; NOVAIS, ROBERTO FERREIRA de. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF. p. 135-165. 2000.

BERTOLANI, FRANCISCO. Programas em andamento e problemas básicos em florestas implantadas de pinheiros tropicais. *Silvicultura*, São Paulo, SP, v. 8, n. 29, p. 1-4, 1983.

BRUNDRETTM, MARK ;BOUGHER,NEALE; DELL, BERNIE; GROVE, TIM; MALAJCZUK, NICK. **Working with mycorrhizas in forestry and agriculture** - ACIAR Monograph 32. Canberra: Pirie Printers, 1996. p.374.

COELHO, FÁBIO CUNHA; BORGES, ARNALDO CHAER; NEVES, JÚLIO CÉSAR LIMA; BARROS, NAIRAM FÉLIX de; MUCHOVEJ, ROSANA MARIA CASTRO. **Caracterização e incidência de fungos micorrízicos em povoamentos de Eucalyptus grandis e Eucalyptus camaldulensis, nos municípios de Botucatu, São José dos Campos e São Miguel Arcanjo, São Paulo**. *Rev. Árv.*, v.21, p.563-573, 1997.

COSTA, FRANCILINA ARAÚJO. **Atividade de fosfatases ácidas em fungos ectomicorrízicos**. Viçosa: UFV, 1997. p.46. Dissert. (Mestrado em Microbiologia Agrícola).

COSTA, MAURÍCIO DUTRA; PEREIRA, OLINTO LIPARINI; KASUYA, MARIA CATARINA MEGUMI; BORGES, ARNALDO CHAER. Ectomicorrizas: A Face Oculta das Florestas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento** - nº 29. p 38-46. Novembro de 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: SBCS. 1997. 212 p.

GOLDSTEIN, ALAN H. Bacterial solubilization of mineral phosphates: historical perspective and future prospects. **American Journal of Alternative Agriculture**, v.1, n.2, p.51-57, 1986.

GONÇALVES, JOSÉ LEONARDO de MORAES. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, v.15, p.1-23, 1995.

GUIMARÃES, LÚCIO GOMES. **Caracterização de fungos micorrízicos em povoamentos de Eucalyptus spp. em Aracruz e São Mateus, Espírito Santo e Dionísio, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1993. p.46. Dissert. (Mestrado em Microbiologia Agrícola).

GUPPY, CHRIS N.; MENZIES, NEAL W.; MOODY, PHIL W.; BLAMEY, F.P.C. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: a review. **Australian Journal of Soil Research**. v.43, p.189-202, 2005.

HARLEY, J.L. The biology of mycorrhiza. London: Leonard Hill, 1969. 230 p.

IPEF. **Curso de treinamento e atualização em experimentação**. Circular Técnica 23. Piracicaba. 26-30 p. 1976.

IPEF. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. **Produção de Mudanças e Recomendação de Adubação no Viveiro para Pequenos Viveiros**. 2008. Disponível em: www.ipef.br/silvicultura/producaomudas.asp. Acesso em 01/10/2011.

KASUYA, MARIA CATARINA MEGUMI. **Seleção de fungos ectomicorrízicos para utilização em programas de micorrização controlada em Pinus: estudos ecológicos e fisiológicos em síntese in vitro**. Viçosa: UFV, 1988. p.61. Dissert. (Mestrado em Microbiologia Agrícola).

KIM, KY YOUNG.; JORDAN, D.; McDONALD, G. A. Effect of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizae on tomato growth and soil microbial activity. **Biology and Fertility of Soils**, v.26, p.79-87, 1998.

KRUGNER, TASSO LEO. & TOMAZELLO FILHO, MARIO. **Ocorrência de micorrizas de Pinus e identificação dos fungos associados.** Piracicaba-SP, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1981. p.7.(circular técnica).

KRUGNER, TASSO LEO. & TOMAZELLO FILHO, MARIO. **Efeitos Dos Fungos Ectomicorrízicos *Pisolithus tinctorius* E *Thelephora terrestris* E De Fertilização Mineral No Crescimento E Sobrevivência De *Pinus caribaea* Var. *Bahamensis*, Em Condições De Campo, No Litoral Sul Da Bahia.** IPEF n.21, p.41-51, dez.1980.

MARCHIORI, JOSÉ NEWTON CARDOSO. **Dendrologia das gimnospermas.** Santa Maria: Ed. da UFSM, 1996. p.158.

MARX, DONALD H. Tree host range and world distribution of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius*. **Canadian Journal Microbiology**, v. 23, n. 1, p. 217-223, 1977.

MARX, DONALD H.; HEDIN, ARNE; TOE IV, SIEH F.P. Field performance of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* seedlings with specific ectomicorrhizae and fertilizer after three years on a savanna site in Liberia. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v. 13, p.1-25, 1985.

NOVAIS, ROBERTO FERREIRA de; SMYTH, THOMAS JOT. Fósforo na planta. In: NOVAIS, R.F. ; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: UFV, DPS. p.255-270. 1999.

OLIVEIRA, ODILSON dos SANTOS; BARROS, PAULO LUIZ CONTENTE de. **A influência das micorrizas na formação de mudas de “*Pinus caribaea*” Morelet var. *hondurensis*.** Belém do Pará – PA, Revista Floresta, p. 66-71, 1978.

REISSMANN, CARLOS BRUNO; WISNIEWSKI, CELINA. Aspectos nutricionais de plantios de Pinus. In: GONÇALVES, J.L.M., BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF. p. 135-165. 2000.

RIBEIRO, JOÃO JÚLIO OLIVEIRA. O. **Isolamento e caracterização de ectomicorrizas em noqueira pecã.** Viçosa: UFV, 2001. p.31. Dissert. (Mestrado em Microbiologia Agrícola).

RODRIGUES, LUCIANA da SILVA; KASUYA, MARIA CATARINA MEGUMI; BORGES, ARNALDO CHAER. **Viability of fragmented mycelia of ectomycorrhizal fungi entrapped in calcium alginate gels.** *Mycorrhiza*, v.8, p.263-266, 1999.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: Statistics.** Ver 8.2; Cary, North Carolina, USA. 2001.

SCHUMACHER, MAURO VALDIR. **Impactos ambientales de la plantaciones de pinus e eucaliptos.** In: SILVOARGENTINA I, Governador Virasoro, Corrientes. 1 CD-Rom. 2000.

SCHWAN, KATIA REGINA FREITAS. **Caracterização, incidência e ecologia de micorrizas em viveiro e florestas de Eucalyptus spp. na região de Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa: UFV,1984. p.55. Dissert. (Mestrado em Microbiologia Agrícola).

SILVA FILHO, GERMANO NUNES; NARLOCH, CHARLES; SCHARF, ROSANA. Solubilização de fosfatos naturais por microrganismos isolados de cultivos de *Pinus* e *Eucalyptus* de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p.847-854, 2002.

SILVA, RODRIGO FERREIRA da; ANTONIOLLI, ZAIDA INÊS; ANDREAZZA, ROBSON. **Produção de mudas de Pinus elliottii Engelm. micorrizadas em solo arenoso.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 57-65. 2002.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS. **Estatísticas.** Disponível em: www.sbs.org.br. Acesso em 23/01/2008.

STCP Engenharia. Produtos florestais e exportações. **STCP Informativo**, Curitiba, n. 7. 2004. p. 10-15. Disponível em: www.stcp.com.br. Acesso em: 25/01/2008.

TEDESCO, MARINO JOSÉ; GIANELLO, CLESIO; BISSANI, CARLOS ALBERTO;BOHNEN, HUMBERTO. & VOLKWEISS, SERGIO JORGE. **Análises de solo, plantas e outros materiais**, 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

TISDALE, SAMUEL L.; NELSON, WERNER L.; BEATON, JAMES D. **Soil fertility and fertilizers.** 4ª ed., New York: Macmillan, 1985. p. 754.

TOMASELLI, IVAN. Planted forests in Brazil. In: **PLANTED FORESTS IN SARAWAK, AN INTERNATIONAL CONFERENCE**, 1998, Sarawak. Proceedings... Sarawak: Kuching Forest Department, 1998. p. 2-35.

VIEIRA, ROGERIO FARIA; PERES, J.R. Fungos ectomicorrízicos para *Pinus* spp. cultivados em solos sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 14, p. 33-39, 1990.

VOGEL, HAMILTON LUIZ MUNARI; SCHUMACHER, MAURO VALDIR; STORCK, LINDOLFO; WITSCHORECK, RUDI. Crescimento inicial de *Pinus taeda* L. relacionado a doses de N, P e K. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 199-206. 2005.

ANEXO



Figura 4. Visualização das estruturas dos fungos micorrizicos ao entorno das mudas de *Pinus elliottii*, no viveiro de mudas florestais, na UTFPR – campus Dois Vizinhos. Fonte: Mondardo, J.T. (2013).



Figura 5. Coleta de amostras de Parte Aérea e Raizes das mudas de *Pinus elliotti* e *taeda*, no viveiro de mudas florestais, na UTFPR – campus Dois Vizinhos. Fonte: Mondardo, J.T. (2013).

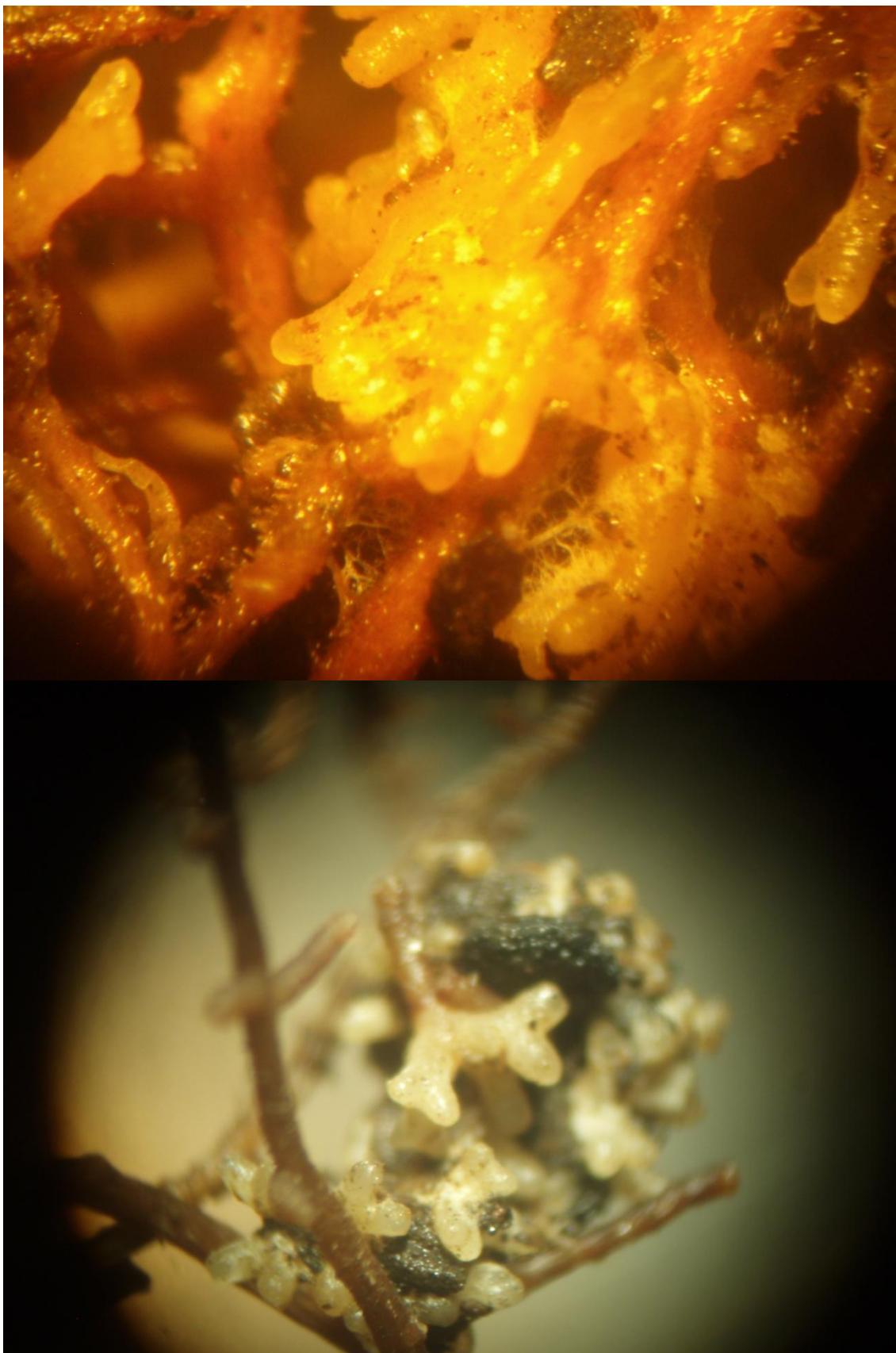


Figura 6. Visualização de estruturas dos fungos micorrizicos em raízes de mudas de *Pinus elliotii* em microscópio óptico, no laboratório de fisiologia vegetal da UTFPR – campus Dois Vizinhos. Fonte: Mondardo, J.T. (2013).