

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

**João Paulo Carneiro**

**ADEQUAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MUDAS DE EUCALIPTO  
ECTOMICORRIZADAS**

**Diamantina  
2016**

Ficha Catalográfica-Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecária Adriane R. Gaia  
CRB11-872

C289a Carneiro, João Paulo  
2016 Adequação da adubação fosfatada em mudas de eucalipto ectomicorrizadas/  
João Paulo Carneiro – Diamantina: UFVJM, 2016.  
74 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Graziotti.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal – PPGPV. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Fertilizantes inteligentes 2. Fertilizantes de liberação controlada 3. Micorriza  
4. Eucalipto. 5. Adubação fosfatada. 6. Colonização ectomicorrízica. I. Título.

**CDD 634.92**

Elaborada com dados fornecidos pelo (a) autor (a)

**João Paulo Carneiro**

**ADEQUAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MUDAS DE EUCALIPTO  
ECTOMICORRIZADAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Graziotti

APROVADA em 22 de abril de 2016.

---

Prof. Dr. Luiz Arnaldo Fernandez

Instituto de Ciências Agrárias - UFMG

---

Dr<sup>a</sup> Carla Aparecida Ragonezi Gomes Lopes

Faculdade de Ciências Agrárias - UFVJM

---

Prof. Dr. Paulo Henrique Graziotti

Faculdade de Ciências Agrárias - UFVJM

**Diamantina**

## *OFEREÇO*

*Ao Senhor meu Deus, sempre presente na minha vida e a Nossa Senhora das Graças que me fortalece e protege.*

## *DEDICO*

*Aos meus familiares, que tiveram a grande capacidade de ensinar-me a ser um “homem de bem”. A meu irmão Anderson pelo apoio, ajuda e carinho. In memoriam meu primo Agostinho Neto pelo companheirismo em vários momentos.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pela oportunidade de realização do curso e pela contribuição à minha formação acadêmica.

À Empresa Aperam pelo patrocínio do projeto de pesquisa e à Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Maior em relação (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor Dr. Paulo Henrique Grazziotti, pela orientação, confiança, amizade e exemplos de competência e profissionalismo.

Aos professores Dr. José Sebastião Cunha Fernandes e Alexandre Cristofaro e Enilson de Barros (UFVJM), pelos ensinamentos, confiança e amizade.

Ao meu primo Ricardo Souza pelo apoio e amizade.

Ao amigo Uidemar Barral, pelo incentivo e amizade.

Ao amigo Múcio Mágnio de Melo Farnezi, pelo apoio e companheirismo.

Ao laboratorista Abraão pelo auxílio nas análises químicas realizadas durante a condução deste trabalho e aos Colegas do Laboratório de Micro do solo: Aline, Cleriston e Leandro pelo convívio alegre e saudável.

E aos membros da banca.

Aos colegas do curso pelo constante apoio e consideração.

## RESUMO

CARNEIRO, J. P. ADEQUAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MUDAS DE EUCALIPTO ECTOMICORRIZADAS. 2016, 74p. (Dissertação-Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

As ectomicorrizas promovem melhor absorção de P (fósforo) e podem reduzir a demanda das reservas naturais desse nutriente, mas são influenciadas pelas adubações fosfatadas. Foram avaliados os clones AEC2034 e AEC2233 em experimentos independentes em delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 4x5+1. Estacas foram colocadas para enraizar em substrato com quantidades e fontes de fertilizantes fosfatados de liberação lenta, fornecendo 1; 2; 2,3 e 6 mg de P por planta e inoculado com 16 esferas de gel de alginato com micélio dos isolados D5, D17, D95 e D216 de *Pisolithus* sp. e não inoculado (Controle). O tratamento adicional foi adubado com 36 mg de P por planta no substrato de produção das mudas e sem inoculação (Comercial). Para os dois clones, a sobrevivência, diâmetro do coleto, altura, MSPA (massa seca da parte aérea), MSR (massa seca das raízes), R/PA (razão MSR/MSPA) e porcentagem de pontas de raízes colonizadas foram influenciados pelos isolados, mas foi dependente da adubação utilizada. A inoculação com os isolados de *Pisolithus* sp. aumentou a sobrevivência das mudas do clone AEC 2034 em alguns níveis de adubação em relação as mudas do Comercial. No AEC 2233 a inoculação com os isolados de *Pisolithus* sp. aumentou a altura das mudas em relação as do Controle e as mudas que tiveram sua altura iguais às do Comercial foram: inoculadas com o D17 e crescidas em substrato adubado com 1 e 2 mg de P por planta, inoculadas com o D216 no substrato adubado com 2 mg de P e inoculadas com D95 em substrato com todos os níveis de adubação fosfatada. O D17 foi o único isolado que aumentou a MSPA e a MSR e isto ocorreu apenas no AEC 2034 e crescidas em substrato contendo 6 mg de P por muda. Em relação ao Comercial, a R/PA foi maior nas mudas do AEC 2034 inoculadas com o D17 e D216 crescendo em substrato adubado 1 mg de P por planta e com o D5 e crescidas em substrato adubado com 6 mg de P por planta. A porcentagem de pontas colonizadas dos dois clones aumentou com a inoculação de todos os isolados e na maioria dos níveis de adubação fosfatada em relação ao Controle e Comercial. As doses e fontes de fertilizantes fosfatados de liberação lenta influenciam a colonização, sobrevivência, crescimento e nutrição de mudas clonais de eucalipto inoculadas com isolados de *Pisolithus* sp. Os efeitos das doses e das fontes de fertilizantes fosfatados sobre a simbiose são dependentes do isolado fúngico e do clone de eucalipto. A adição de 2 mg de P planta fornecida pelo N19-P06-K10 de liberação lenta permite a obtenção de maiores benefícios da inoculação de *Pisolithus* sp. nos dois clones. Os isolados D5 e D17 de *Pisolithus* sp. são mais indicados para inoculação de mudas clonais de eucalipto em viveiro comercial. O clone AEC2034 é o mais responsivo a inoculação por fungos ectomicorrízicos obtendo maiores benefícios.

**Palavras-chave:** fertilizantes inteligentes, fertilizantes de liberação controlada, micorriza, eucalipto, adubação fosfatada, colonização ectomicorrízica.

## ABSTRACT

CARNEIRO, J. P. ADEQUACY OF PHOSPHATE FERTILIZATION IN ECTOMYCORRHIZAL EUCALYPTUS SEEDLINGS. 2016, 74p. (Dissertation-Master Degree in Plant Science) Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valley, Diamantina, 2016.

Ectomycorrhizal fungi promote better uptake of P (phosphorus) and may reduce the demand of natural reserves of this nutrient, but they are influenced by phosphate fertilizers. We evaluated the clones AEC 2034 and AEC 2233 in independent experiments with a completely randomized design in a factorial scheme  $4 \times 5 + 1$ . Cuttings were set to root in substrate fertilized with different amounts and sources of phosphate of slow release, providing 1; 2; 2.3 and 6 mg per plant of P and inoculated with 16 alginate gel beads with the isolated mycelium of *Pisolithus* sp. D5, D17, D95 and D216 and not inoculated (Control). An additional treatment was fertilized with 36 mg per plant of P in the production of seedlings and substrate without inoculation (Commercial). For both clones, survival, stem diameter, height, shoot dry mass (SDM), root dry mass (RDM), RDM/SDM ratio, the percentage of tips roots colonized were influenced by the isolates, however this effect was dependent on the fertilizer used. Inoculation with the isolates *Pisolithus* sp. increased the survival of seedlings clone of AEC 2034 in some fertilizer levels in relation to the seedlings of Commercial. In AEC 2233 inoculation with the isolates *Pisolithus* sp. increased seedling height in relation to the control and the seedlings that had their height equal to the commercial were: inoculated with D17 and grown in fertilized substrate with 1 and 2 mg P per plant of P, inoculated with D216 in the substrate fertilized with 2 mg of P and inoculated with D95 substrate with all the phosphorus fertilization levels. The D17 was the only isolate which increased the MSPA and the MSR and this occurred only in the AEC 2034 and grown in substrate containing 6 mg of P per seedling. Compared to the commercial, the seedlings of the clone AEC 2034 had higher height when inoculated with D17 and D216 grown in fertilized substrate with 1 mg of P per plant of P and the D5 and grown in fertilized substrate with 6 mg P per plant of P. The percentage of tips colonized of the two clones increased with the inoculation of all isolates and in most phosphate fertilizer levels in relation to the Control and Commercial treatments. Doses and sources of slow release phosphate fertilizers influenced the colonization, survival, growth and nutrition of the eucalyptus clonal seedlings inoculated with the isolates *Pisolithus* sp.. The effects of doses and sources of phosphorus fertilizers on the symbiosis are dependent on the isolate fungal and eucalyptus clone. The dose of two mg of P per plant of P provided by P06-N19-K10 slow release allows obtaining the greatest benefits of inoculation *Pisolithus* sp. with the two clones. The isolate of *Pisolithus* D5 and D17 are best suited for inoculation of eucalyptus clonal seedlings in commercial nursery. The AEC 2034 clone is the most responsive to inoculation by ectomycorrhizal getting greater benefits.

**Key-words:** smart fertilizer, controlled release fertilizer, ectomycorrhizae, eucalyptus, phosphorus fertilization, inhibition, colonization

## LISTA DE TABELAS

Pág.

- Tabela 1. Sobrevivência, altura e diâmetro aos 90 dias das mudas de clones AEC 2034 e AEC - 2233 híbridos de *Eucalyptus* inoculadas ou não com isolados de *Pisolithus* sp. e crescidas em substrato com diferentes fertilizantes e doses de P em viveiro comercial.....23
- Tabela 2. Massa seca da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR), razão MSR/MSPA e porcentagem de pontas colonizadas das mudas de clones AEC 2034 e AEC - 2233 híbridos de *Eucalyptus* inoculadas ou não com isolados de *Pisolithus* sp. e crescidas em substrato com diferentes fertilizantes e doses de P em viveiro comercial.....25
- Tabela 3. Teores de P, N, K e Ca na parte aérea de mudas de clones AEC 2034 e AEC - 2233 híbridos de *Eucalyptus* inoculadas ou não com isolados de *Pisolithus* sp. e crescidas em substrato com diferentes fertilizantes e doses de P em viveiro comercial.....30
- Tabela 4. Teores de Zn, Mn e Fe na parte de mudas dos clones AEC 2034 e AEC - 2233 híbridos de *Eucalyptus* inoculadas ou não com isolados de *Pisolithus* sp. e crescidas em substrato com diferentes fertilizantes e doses de P em viveiro comercial..... 32

## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>7</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>40</b>
<b>8 ANEXO.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking mundial de produção de carvão vegetal, e a fonte principal de matéria prima é madeira de eucalipto. O Brasil produz anualmente de 8 a 11 milhões de toneladas, a produção mundial de carvão está entre 40 a 45 milhões de toneladas ao ano, e o Brasil detém em torno de 20 a 25% desse total. A liderança do Brasil nesse ramo se deve ao fato do carvão vegetal ser aqui utilizado principalmente para fins siderúrgicos e metalúrgicos (produções de ferro gusa, aço, ligas metálicas de FeSi, FeCr, FeMo, FeMn) INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ, 2015).

Até 1976 em torno de 90% do carvão vegetal produzido no Brasil na época (15,5 milhões de metros cúbicos) era obtido da madeira de matas nativas. Os estados mais afetados eram e têm sido ainda: Cerrado (estados de Minas Gerais, Bahia, São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul); Caatinga (Bahia, Pernambuco); Mata Atlântica (Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Espírito Santo); Floresta Amazônica (Pará e Maranhão). Recentemente, deu início ao uso de madeira de florestas plantadas (53%) e matas naturais (47%). Com uma fiscalização mais rigorosa do Estado, que indica uma proibição quase que total para uso de madeiras nativas para produção de carvão vegetal a partir de 2018 em Minas Gerais, tem empurrado os usuários de carvão vegetal para utilizar as madeiras de plantações florestais, sendo o eucalipto as mais indicadas para essa finalidade. Em 2014 o consumo de carvão de florestas plantadas foi de 81% e de matas nativas 19% (IBÁ, 2015). A diminuição das reservas de fósforo surge como um dos maiores desafios para a humanidade no século 21, pois o fósforo não tem substituto na produção de alimentos, nos últimos 50 anos o uso de fertilizantes fosfatados aumentou substancialmente a produtividade agrícola, contribuindo para alimentar bilhões de pessoas. No entanto as inúmeras vantagens tiveram graves consequências, pois a introdução de fosfatos solúveis a partir de rochas no ambiente alterou o seu ciclo natural, e causou não só a poluição de corpos d'água, mas também deixou a humanidade dependente de apenas uma fonte não renovável deste recurso. As fontes remanescentes de fósforo estão se tornando escassas, com preços elevados e distribuição desigual, pois os produtores mais pobres não têm condições financeiras de acessar este recurso, que é indispensável para todo agricultor. O uso ineficiente deste recurso fóssil chama a atenção para uma redução na demanda através da utilização de forma eficiente e reutilização, os governos em escala global, regional e local devem estimular a criação de estratégias funcionais para garantir a longevidade de nossas reservas e que todos tenham direito de acessar este recurso e garantir a segurança alimentar (CORDELL e WHITE, 2014). Pelo fato do processo de existir um intemperismo avançado na maior parte dos solos

brasileiros, estes possuem uma carência de elementos essenciais para o crescimento vegetal, a exemplo do fósforo e do nitrogênio, demandando o uso intensivo de fertilizantes (RAIJ, 1991).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses e fontes de P de liberação lenta na colonização de isolados de *Pisolithus sp.* e nos benefícios no crescimento de mudas de eucalipto. Determinar uma quantidade ideal ou fonte de fertilizante fosfatado de liberação lenta para fazer a inoculação de fungos ectomicorrízicos em viveiros comerciais de mudas de eucalipto.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do eucalipto no Brasil

O Brasil possui um forte setor de base florestal com aplicações bem diversificadas como, produção de papel e celulose, biomassa para energia, madeira processada e carvão vegetal. Em 2014, a receita bruta foi de R\$ 60,6 bilhões, isso é 5,5% do Produto Interno Bruto (PIB), contribuindo para 0,5% dos tributos arrecadados, geração de empregos e ações sociais. A maior parte dos plantios se concentram na região sul e sudeste, uma vez que a concentração os polos industriais se localiza nestas regiões. A área é de 7,74 milhões de hectares, 91% da madeira consumida no País é fornecida por essas florestas (IBÁ, 2015).

O nome eucalipto é uma designação para várias espécies do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia*, pertence a família das mirtáceas compreendendo mais de 130 outros gêneros (MORA e GARCIA, 2000). Grande parte das espécies de eucalipto são adaptadas a solos de baixa fertilidade e regime hídrico bastante irregular, com baixos volumes de precipitações anuais. As principais espécies plantadas no Brasil são de clima tropical e subtropical. As espécies com características desejáveis e que mais vem sendo utilizada no Brasil são *E. grandis* e *E. urophylla*. Muitas empresas vêm fazendo seleções com o cruzamento destas duas espécies, obtendo híbridos mais adaptados e produtivos (MORA e GARCIA, 2000).

A madeira do eucalipto possui uma grande versatilidade, sendo utilizada para a produção de papel e celulose, lenha, carvão, chapas duras, moirões, postes e construção civil em geral. Sendo a essência florestal mais utilizada, os plantios de eucalipto ocupam 5,56 milhões de hectares no País, o que representa 71,9% do total de florestas plantadas, e estão localizados principalmente nos Estados de Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%). (IBÁ, 2015). O sucesso da implantação florestas de eucalipto para fins de exploração econômica depende de mudas de alta qualidade, que vão dar origem a árvores com alto rendimento de madeira, e assim se torne economicamente viável (GOMES *et al.*, 1991).

A atividade de viveiros florestais além de atender a demanda do setor, possui grande influência no sucesso de implantação das florestas, pois uma condução adequada para produção de mudas vigorosas o suficiente para enfrentar adversidades encontradas no campo após o plantio é necessário (GOMES *et al.*, 2002). O substrato de produção de mudas não deve oferecer nenhuma limitação nutricional ou física que impeça que a muda desenvolva um sistema radicular vigoroso e bem aderido ao substrato (GOMES *et al.*, 2003; GRACIANO *et al.*, 2005).

Com o objetivo de uma produção mais homogênea, o plantio de florestas de eucalipto a partir de clones é praticamente uma regra no território brasileiro. A clonagem é um grande aliado aos programas de melhoramento genético para obtenção de materiais de alta produtividade e com qualidade de madeira, atendendo a demanda das indústrias de vários segmentos do setor florestal (FONSECA *et al.*, 2010; BERGER *et al.*, 2002). Tecnologias que torna o sistema de produção de muda mais eficiente devem ser priorizadas.

## 2.2 Fungo-hospedeiro

Existem entre sete e 10 mil espécies de fungos ectomicorrízicos (FEM), e por volta oito mil espécies de plantas que fazem associações com esses fungos e estão presentes principalmente em floresta de clima temperado, entre as espécies de plantas, estão as principais exploradas economicamente pelo homem (TAYLOR e ALEXANDER, 2005). Os FEM podem ser saprófitos e pertencem principalmente ao filo Basidiomycota, exemplos: *Amanita muscaria*, *Hebeloma cylindrosporum*, *Laccaria bicolor*, *Paxillus involutus*, *Pisolithus tinctorius*, *Suillus bovinus*, *Xerocomus badius*. Uma raiz ectomicorrizada é caracterizada pela presença de três componentes estruturais: um manto fúngico encobrindo o sistema radicular, a rede de Harting e um sistema extra radicular que forma conexões essenciais tanto com o solo e com os basidiomas dos fungos (SMITH e READ, 2008). O gênero *Pisolithus* desde meados de 70 vem sendo utilizados em programas de reflorestamento e pesquisas (CORDELL e MARX, 1977; CAIRNEY e CHAMBERS, 1997). É um dos generos mais promissores para programas de reflorestamento, devido ao seu fácil cultivo em laboratório (MIKOLA, 1990).

O *Pisolithus* ocorre naturalmente em 33 países, e tem sido encontrado em associação com várias espécies arbóreas em viveiros, áreas urbanas, florestas naturais e plantadas e em rejeito de mineração. Experimentos demonstraram que esse fungo faz associação com *Abies procera*, *Betula pendula*, *Carya illinoensis*, 11 espécies de *Eucalyptus*, 30 espécies de *Pinus*, *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*, 2 espécies de *Quercus*, e *Tsuga heterophylla* (MARX, 1977). Este autor considera que o *Pisolithus* tem grande potencial para ser usado em reflorestamentos por várias razões como, disponibilidade de técnicas praticas para inoculação artificial em viveiros, sua habilidade em aumentar a sobrevivência e desenvolvimento de plantas em viveiro e no campo, ocorre em grande parte do globo terrestre e possui grande número de hospedeiros.

A associação entre FEM e a planta é um processo que ocorre naturalmente nas florestas de eucalipto, contudo, as quantidades de fertilizantes fosfatados e nitrogenados

usadas em viveiros comerciais de mudas podem ser um empecilho para que a associação ocorra, além disso, a composição do substrato de produção de mudas por materiais inertes como casca de arroz queimada e vermiculita, que são isentos de esporos dos fungos ectomicorrízicos, pode contribuir para o não estabelecimento da associação (SOARES *et al.*, 1990).

Como os plantios comerciais de eucalipto no Brasil são feitos principalmente em áreas com solos de baixa fertilidade, esses fungos podem trazer vários benefícios, tanto econômicos como ambientais. A capacidade de um isolado de FEM sob as condições ecológicas, de se associarem determina sua competitividade sendo de grande importância para seu estabelecimento em condições de campo, pois ele vai competir com fungos nativos daquele ambiente (GARBAYE, 1983). Existe compatibilidade diferenciada entre espécies de fungos e hospedeiros, principalmente em função de fatores genéticos do hospedeiro. Os FEM possuem média especificidade com o hospedeiro quando comparados com os fungos micorrízicos arbusculares, que têm baixa especificidade com os hospedeiros (BRUNDRETT, 2002).

Várias espécies de fungos oriundos dos Estados Unidos formaram ectomicorrizas com espécies eucaliptos pertencentes a diversas regiões geográficas, mas não formaram associações com plantas de pinos, indicando que existe uma especificidade maior entre fungos e gêneros de hospedeiros (MALAJCZUK *et al.*, 1982). A produção de basidiomas de fungos micorrízicos de *Laccaria*, *Hebeloma sp.* associados com clones de *Betula sp.* foi afetada pelo genótipo do hospedeiro e a origem do solo de propagação do inoculo, durante os primeiros 6 anos após o transplântio (LAST *et al.*, 1984).

As espécies de *Eucalyptus spp.* mais comumente encontradas no Centro Leste e Leste brasileiro fazem associações micorrízicas com os gêneros de FEM *Pisolithus spp.* e *Scleroderma spp.* (BARROS *et al.*, 1978; DA SILVA CAMPOS *et al.*, 2011). As espécies *Scleroderma bovinus*, *Scleroderma luteus* e *Scleroderma granulatus* são encontrados formando associações somente com espécies de *Pinus* (KASUYA *et al.*, 2010).

O manejo e idade das florestas de eucalipto são fatores que exercem influência na associação entre fungo e planta (DA SILVA CAMPOS *et al.*, 2011). A produção de esporos por fungos micorrízicos associados com *Betula spp.* foi dependente da presença e quantidade de folhas verdes nas plantas (LAST *et al.*, 1979). Este fato pode ocorrer devido à demanda de foto assimilado pelos fungos, onde a idade da planta determina sua capacidade fotossintética (DIGHTON e MASON, 1985; EATON e AYRES, 2002).

Desse modo mais pesquisas devem ser feitas sobre a interação entre o fungo e o hospedeiro e os fatores que influenciam na eficiência da associação entre os simbioses, que pode variar entre espécies de fungos e hospedeiros (SMITH e READ, 1996).

### 2.3 Importância dos fungos ectomicorrizas

As plantas superiores evoluíram fazendo associações com micro-organismos, que lhes permitiram que colonizassem ambientes terrestres hostis, dentre essas associações as micorrizas se destacam. As micorrizas são associação entre fungos do solo e raízes das plantas, aumentando a superfície de absorção de água e nutrientes pelas raízes (HERRMANN *et al.*, 2004). O fungo beneficia a planta com o aumentando a absorção de água e nutrientes, principalmente o P, através do aumento da zona de exploração do sistema radicular pelas hifas fungicas, em troca a planta fornece fotoassimilados para o fungo (MARSCHNER e DELL, 1994). Para a seleção de fungos ectomicorrízicos mais eficientes, a capacidade de formar simbiose com o hospedeiro e competição com outros fungos devem ser levadas em consideração (TRAPPE, 1977; MOSSE *et al.*, 1981).

A inoculação de mudas de *E. urophylla* com esporos de *Scleroderma* sp., aumentou o conteúdo de P em 1,8 vezes (CHEN *et al.*, 2006). Plantas colonizadas tiveram acesso ao nitrogênio presente em amino ácidos e proteínas da matéria orgânica fornecido pelos fungos ectomicorrízicos, isso foi evidente, pois não foi detectado N na forma nitrato ou amônia no solo, e no caso de plantas não colonizadas, a absorção de N a partir destas fontes não foi detectada (EATON e AYRES, 2002).

Diversos trabalhos demonstraram aumento do crescimento das plantas inoculadas em relação as não inoculadas. Em substrato com redução da adubação, a inoculação de *Amanita muscaria*, *Elaphomyces anthracinus*, *Pisolithus microcarpus* e *Scleroderma areolatum* em mudas de *Eucalyptus urophylla* aumentou a massa seca da parte aérea (MSPA) em 1,2 vezes (GANDINI *et al.*, 2015). Em mudas de *E. Dunnii*, a inoculação de *Pisolithus* sp. isolado UFSC-Pt22 aumentou a massa seca das plantas de 60-80% em relação as plantas não inoculadas (ALVES *et al.*, 2010). Também em mudas de *E. dunnii*, a inoculação com o isolado de *Scleroderma* sp. UFSC-Sc68 aumentou a MSPA em 1,7 vezes em relação as não inoculadas (SOUZA *et al.*, 2008).

A proteção do hospedeiro contra patógenos de raízes tem sido bem documentada, onde os principais mecanismos de supressão do patógeno são a competição pela colonização das raízes, melhora do estado nutricional, assim a planta tem uma maior resiliência (PERRIN, 1990; SMITH e READ, 2008). Os FEM têm a habilidade de proteger as raízes colonizadas

contra a dissecação, permitindo a planta resistir estresses hídricos (DI PIETRO *et al.*, 2007). Plantas colonizadas por FEM além de mais resistentes à estresses ambientais, apresentam maiores taxas de sobrevivência no campo, altura, diâmetro do caule, teores de N e produção de madeira (ALVES *et al.*, 2010; ADELEKE *et al.*, 2010; HOBBIIE e AGERER, 2010).

#### **2.4 Influência do fósforo nas plantas e na colonização**

A maior parte do fosfato usado em fertilizantes é oriundo de rochas fosfáticas, as quais são fontes não renováveis, e já tem o seu fim previsto dentro de algumas décadas (CORDEL *et al.*, 2009). O fósforo como compõe a estrutura dos ácidos nucléicos e fosfolipídeos, em que o grupo fosfato é responsável pela forte acidez dos ácidos nucléicos e também está presente nos fosfodiésteres que participam das reações metabólicas de transferência de energia (HAWKESFORD *et al.*, 2012).

A demanda de fósforo é maior principalmente para síntese e expansão de novos tecidos foliares, devido à necessidade de alto conteúdo de RNA nestas células (HAWKESFORD *et al.*, 2012). A maior parte das formas solúveis de fósforo adicionadas ao solo não é absorvida pelas plantas, fixando-se principalmente aos colóides do solo, sendo um nutriente essencial para as plantas, isso limita a produtividade das culturas agrícolas (RAIJ, 1991).

A absorção constante do fósforo da solução do solo cria uma zona de escassez no solo em torno das raízes, assim entra em ação as hifas fungicas que são capazes de explorar a região inacessível para a planta e transportar os nutrientes a longas distâncias (FINLAY, 2004). Para o hospedeiro adquirir nutrientes, principalmente o fósforo da solução do solo, estes devem primeiro ser absorvidos pelas hifas fúngicas e, após acumular no manto fúngico há a transferência para o hospedeiro. Em uma solução com suprimento adequado de fosfato, o P absorvido é enviado imediatamente para a planta, mas não o fósforo previamente acumulado nas hifas, a transferência de P para o hospedeiro não é regulada pela demanda de P pela planta, mas sim pelo efluxo de carboidratos da planta para o fungo (HARLEY *et al.*, 1957).

Os FEM tanto em meio de cultura como em simbiose com plantas sintetizam polifosfatos, os quais são estocados nos vacúolos das células fúngicas, assim mantendo uma baixa concentração de P inorgânico no citoplasma, em ectomicorrizas, algum P no micélio extraradical e no manto é mantido como polifosfatos (CAIRNEY e SMITH, 1992). A translocação de P através da interface ectomicorriza foi regulada pela concentração de ortofosfatos no citoplasma da rede Harting e pelo efluxo dentro do apoplasto interfacial, e foi

suposto que a relação entre o suprimento de fósforo à ectomicorriza e sua transferência para o hospedeiro depende muito da espécie fungica (BUCKING e HEYSER, 2000).

Se os teores de P no solo são baixos, a colonização das raízes do hospedeiro é favorecida (SMITH e READ, 1996). Contudo, a presença de P no substrato de produção de mudas inibiu a germinação dos esporos fungicos e crescimento do tubo geminativo (THEODOROU, 1993). Uma inibição total da associação entre *P. tinctorius* e mudas de *E. grandis* foi observada quando as plantas foram crescidas em solo que recebeu doses de fósforo maior que  $75 \text{ mg kg}^{-1}$  (SOARES *et al.*, 1990). A colonização de isolados fúngicos de *Paxillus involutus*, *Hysterangium gardneri*, *Pisolithus microcarpus* e *Chondrogaster angustisporus* em mudas de *Eucalyptus dunnii* foi reduzida nas doses a partir de 2 até 8 mg de P por planta, em que as maiores taxas de colonização foram observadas nas doses de 0,5 e 1 mg de P por planta (SOUZA *et al.*, 2004). As plantas superiores em simbiose se beneficiam das micorrizas principalmente pela melhora em seu estado nutricional, em particular o P, no entanto outros benefícios não podem ser descartados, a inoculação das mudas no viveiro com FEM pode aumentar as chances de sucesso no transplatio aumentando a sobrevivências das plantas no campo (MARSCHNER, 2012). Sistemas agrícolas que usam grandes quantidades de fertilizantes fosfatados podem influenciar na disponibilidade deste nutriente para as plantas e conseqüentemente no desenvolvimento das associações micorrízicas. Na Europa, EUA e Canada, devido ao uso indiscriminado destes fertilizantes, impactos negativos sobre as associações micorrízicas estão sendo gerados, e ainda é fonte de poluição para rios lagos e lençóis freáticos (GRANT *et al.*, 2005).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Época e descrição do viveiro**

O experimento foi conduzido de outubro de 2014 a janeiro de 2015 no viveiro de produção de mudas da empresa APERAM Bioenergia, localizada na cidade de Itamarandiba-MG nas coordenadas geográficas 17,86 °S e 42,86 °W. A temperatura média anual é de 20,1 °C, a mínima é de 15 °C e a máxima é de 26,1 °C; sendo a temperatura média dos meses mais quentes é de 23,8 °C. A precipitação média anual é de 1081,1 mm e a estação das chuvas ocorre a partir de Outubro - Março e representa 89 % do precipitado total durante o ano (INMET, 2009), e o clima é classificado como tropical de altitude-Cfa (KÖPPEN, 1918).

#### **3.2 O delineamento experimental**

Os clones AEC 2034 e AEC 2233 de eucalipto foram estudados em experimentos independentes e em delineamento inteiramente casualizado. Para isto, mini-estacas dos clones foram submetidas aos seguintes tratamentos disposto em fatorial 5x4: foram inoculadas com os isolados D5, D17, D95 e D216 de *Pisolithus* sp. e não inoculadas (Controle) e adubadas com 1,0; 2,0; 2,3 e 6,0 mg de P por mini-estaca aplicado na forma de fertilizante de liberação lenta mais um tratamento adicional que constou do procedimento comercial de produção de mudas da empresa, ou seja, receberam uma maior adubação fosfatada e não foram inoculadas (Comercial). Os experimentos possuíram seis repetições e 29 plantas por parcela.

### 3.3 Fungos ectomicorrízicos e produção de inoculante

Os isolados D5, D17, D95 e D216 de *Pisolithus* sp. pertencem a coleção do Laboratório de Microbiologia do Solo da UFVJM e foram obtidos de frutificações colhidas em plantações de *Eucalyptus* sp. no Alto Jequitinhonha-MG. Estes isolados foram escolhidos, por apresentarem em experimentos prévios, crescimento satisfatório em meio sólido e líquido ou por promoverem benefícios para plantas de eucalipto tanto *in vitro* (COSTA *et al.*, 2015) quanto em viveiro (FONSECA, 2013). Para a produção do inoculante os isolados foram cultivados em PGKM líquido (KUEK *et al.*, 1992) meio de cultura submerso sob condições assépticas (ROSSI *et al.*, 2007). Após o cultivo, o micélio foi homogeneizado a 3.600 rpm e inserido em esferas de 4 mm de gel de alginato de cálcio em biorreator *airlift* (ROSSI *et al.*, 2006) no Laboratório de Bioprocessos da Universidade Federal de Santa Catarina, onde passaram por testes de viabilidade. Os mesmos foram enviados para a Universidade Federal dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri para os experimentos com as plantas.

### 3.4 Substrato de produção das mudas, fertilização e inoculação

Para todos os tratamentos, o substrato utilizado foi uma mistura de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco na proporção de 2:1:1 (v:v:v). No substrato de produção das estacas enraizadas do Comercial, a adubação foi àquela utilizada na rotina do viveiro da empresa, sendo de: 205 g m<sup>-3</sup> de N e 456,4 g m<sup>-3</sup> de P (12N-61P-00K, MAP); 95 mg dm<sup>-3</sup> de N, 13,1 mg dm<sup>-3</sup> de P e 41,5 mg dm<sup>-3</sup> de K (19N-06P-10K de liberação lenta, 3 meses, Osmocote<sup>®</sup>). Além dessa adubação, o substrato foi umedecido com uma solução nutritiva, equivalente a 10% do volume do substrato, que forneceu 41 mg dm<sup>-3</sup> de Mg (sulfato de magnésio hepta hidratado com 9 % de Mg); 360 mg dm<sup>-3</sup> de K (cloreto de potássio com 62 % de K); 143 mg dm<sup>-3</sup> de Ca (cloreto de cálcio com 27 % de Ca); 1,56 mg dm<sup>-3</sup> de Fe (quelato de Fe Ferrilene<sup>®</sup> com 6 % de Fe); 2 mg dm<sup>-3</sup> de B (ácido bórico com 17 % de B); 1 mg dm<sup>-3</sup>

de Cu (sulfato de cobre com 35 % de Cu); 5 mg dm<sup>-3</sup> de Mn (sulfato de Manganês com 30 % de Mn) e 1 mg dm<sup>-3</sup> de Zn (sulfato de Zn hepta hidratado com 20 % de Zn).

Para as mudas inoculadas e o Controle (não inoculadas) o P foi fornecido somente na forma de fertilizante (N-P-K) de liberação lenta de 3 meses. Assim, o fertilizante MAP foi excluído e, para fornecer a mesma quantidade de N (205 g m<sup>-3</sup>) do Comercial, foi utilizado sulfato de amônio 20% de N (Heringer<sup>®</sup>). Para as mudas que receberam 1 mg de P por mini-estaca, o P foi fornecido por meio da mistura de 500 g m<sup>-3</sup> do fertilizante 19N-06P-10K (Osmocote<sup>®</sup> - Produquímica). Assim cada mini estaca recebeu também 8,1 mg de N e 3,5 mg de K. Para as mudas que receberam 2 mg de P, foi misturado ao substrato 1.000 g m<sup>-3</sup> do mesmo fertilizante usado anteriormente, assim cada mini-estaca recebeu o dobro de N, P e K em relação as primeiras. Para as mudas que receberam 2,3 mg de P, foi misturado ao substrato 413,6 g m<sup>-3</sup> do fertilizante 11N-15P-11K (Produquímica) mais 130 g m<sup>-3</sup> do fertilizante 38N-00P-00K (Producote<sup>®</sup> - Produquímica), assim cada mini-estaca recebeu as mesmas quantidades de N e K que aquelas que receberam 1 mg de P. Para as mudas que receberam 6 mg de P, foi misturado ao substrato 381,7 g m<sup>-3</sup> do fertilizante 17N-43P-00K (NP-Max<sup>®</sup> - Compo Expert), 78,68 g m<sup>-3</sup> do fertilizante 38N-00P-00K (Producote<sup>®</sup> - Produquímica) e 67,31 g m<sup>-3</sup> do fertilizante 00N-00P-51K (Agrocote<sup>®</sup> - Produquímica) assim cada mini-estaca recebeu também as mesmas quantidades de N e K que aquelas que receberam 1 mg de P. Todos estes substratos foram umedecidos com o mesmo volume da mesma solução nutritiva utilizada no Comercial.

Após a adição de fertilizantes e homogeneização, em seguida foram adicionados os inoculantes na proporção para fornecer 16 esferas por tubete e novamente homogeneizado. No substrato utilizado para o crescimento das mudas não inoculadas (Controles) foi misturado a mesma quantidade de esferas de gel alginato de cálcio sem micélio fungico. O tratamento Comercial não recebeu qualquer tipo de inoculante. Uma amostra de cada substrato de plantio foi coletada no viveiro e enviada ao Laboratório de Fertilidade do Solo da UFVJM para determinação das características físicas. Desta amostra, uma subamostra foi passada em peneira de malha 7,93 mm de abertura e fisicamente analisada (BRASIL, 2006). As características físicas do substrato foram: Densidade seca = 0,24 g cm<sup>-3</sup>, Densidade de partícula = 1,10 g cm<sup>-3</sup>, Porosidade total = 0,79 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, Macroporosidade = 0,12 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, Microporosidade = 0,67 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, Espaço de aeração = 0,34 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, Água disponível = 0,31 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, Água facilmente disponível = 0,28 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, Água Tamponante = 0,03 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e Água remanescente = 0,13 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>.

Os tubetes utilizados no experimento foram previamente lavados em água corrente e desinfetados por imersão em água a 85°C por 10 segundos. O enchimento dos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> foi realizado com auxílio de máquina vibratória e foram adicionados em cada tubete aproximadamente 77 cm<sup>3</sup> de substrato, (13.000 tubetes são preenchidos com um m<sup>3</sup> de substrato).

### 3.5 Plantio e manutenção do experimento

As mini-estacas com 6 a 8 cm de comprimento e com dois pares de folhas dos clones AEC 2034 híbrido do cruzamento de (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh x *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden) x *Eucalyptus urophylla* Hill ex Maiden e AEC 2233 híbrido do cruzamento de *Eucalyptus urophylla* x (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*) foram coletadas no minijardim clonal e no mesmo dia estaqueadas nos tubetes preenchidos com os respectivos substratos para cada tratamento. Estes clones foram escolhidos por apresentarem característica de produção de madeira de alta densidade. O clone AEC 2034 apresenta densidade básica de 580 kg m<sup>-3</sup> e produz 38 m<sup>3</sup> por hectare por ano de madeira na região de Itamarandiba - MG, já o clone AEC 2233 apresenta densidade de 582 kg m<sup>-3</sup> e produz de 38 a 40 m<sup>3</sup> por hectare por ano de madeira.

Após o estaqueamento, as mini-estacas foram imediatamente transferidas para a casa de vegetação e mantidas sob irrigação e nebulização intermitente, onde permaneceram por 30 dias. O turno de rega foi de 30 minutos nos primeiros 20 dias, do 20º ao 30º dia, o turno de rega foi de 50 minutos, com uma lâmina de água de 1 mm. Após esse período, as mudas foram transferidas para a plataforma de aclimatação onde permaneceram por 10 dias sob sombrite, posteriormente transferidas para as plataformas ao ar livre. No viveiro, o turno de rega foi de 20 minutos sendo realizadas três irrigações por dia. Do 45º até o 68º dia, as mini-estacas receberam duas fertirrigações semanais com regador manual, aplicando 2 L m<sup>-2</sup> da solução de adubação de crescimento composta por: 0,75 g L<sup>-1</sup> de nitrato de cálcio (19% de Ca e 15,5 % de N); 0,9 g L<sup>-1</sup> de N6-P12-K36 Kristalon®; 2,5 g L<sup>-1</sup> de sulfato de amônio (20,0 % de N, 21,9 % de S e 0,03% de B); 25 mg L<sup>-1</sup> de Ferrilene® (6% de Fe); 8,5 mg L<sup>-1</sup> de ácido bórico (17 % de B); 1,2 mg L<sup>-1</sup> de sulfato de cobre (35 % de Cu e 17 % de S); 0,7 mg L<sup>-1</sup> de sulfato de zinco hepta hidratado (20 % de Zn e 9 % de S); 0,2 mg L<sup>-1</sup> de molibdato de sódio (39 % de Mo) e 6,5 mg L<sup>-1</sup> sulfato de manganês (30 % de Mn e 16,71 % de S). Do 68º até os 90º dia receberam três fertirrigações manuais, uma por semana, com regador aplicando 2 L m<sup>-2</sup> da solução de adubação de rustificação composta por: 0,375 g L<sup>-1</sup> de nitrato de cálcio (19%

de Ca e 15,5 % de N), 0,45 g L<sup>-1</sup> N6-P12-K36 (Kristalon<sup>®</sup>), 1 g L<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (62 % de K), 25 mg L<sup>-1</sup> de Ferrilene<sup>®</sup> (6% de Fe), 8,5 mg L<sup>-1</sup> de Ácido bórico (17 % de B), 1,2 mg L<sup>-1</sup> de sulfato de cobre (35 % de Cu), 0,7 mg L<sup>-1</sup> de sulfato de zinco hepta hidratado (20 % de Zn), 0,2 mg L<sup>-1</sup> de molibdato de sódio (39 % de Mo) e 6,5 mg L<sup>-1</sup> sulfato de manganês (30% de Mn).

Considerando que toda a solução das fertirrigações de crescimento (6) e rustificação (6) distribuída na áreao tubete (diâmetro interno de 27 mm) infiltrou, as fertirrigações forneceram um total de 0,482 mg de P por muda. As estacas não receberam qualquer tipo de tratamento fitossanitário.

### 3.6 Avaliações e coleta do experimento

A sobrevivência das mudas, a altura (H) da parte aérea e o diâmetro do coleto (DC) foram avaliados aos 95 dias, e também foram cortadas rente aos tubetes, separando a parte aérea das raízes. Os torrões, raízes mais substrato, foram removidos dos tubetes. Em seguida, as raízes foram lavadas em água corrente para a remoção do substrato e obtenção de uma amostra composta de raízes de todas as plantas da parcela experimental. Essas amostras de raízes foram cortadas em fragmentos de 1 a 2 cm e armazenadas em solução de álcool 50% para posterior determinação da percentagem de pontas de raízes colonizadas por FEM (BRUNDRETT *et al.*, 1996). O restante das raízes e a parte aérea foram secas até peso constante em estufa de circulação de ar forçada a 65°C para determinação da massa seca de raízes (MSR) e da massa seca parte aérea (MSPA) e cálculo da razão MSR/MSPA (R/PA). A MSPA foi moída em moinho tipo Willey com peneira de 40 mesh. Em seguida, o material foi digerido em solução sulfúrica para determinação do N pelo método micro Kjeldahl (destilação) e em solução nitroperclórica 2:1 (v:v) para determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn na parte aérea das mudas (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Os teores de P foram determinados por colorimetria; K por fotometria de chama; Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn por espectrofotometria de absorção atômica (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

### 3.7 Análise estatística

Todos os dados de sobrevivência foram submetidos a ANOVA e quando significativo pelo teste de F ( $p > 0,05$ ) as médias foram submetidos ao teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). E para comparar os tratamentos do fatorial com o Comercial foi utilizado o teste de Dunnett a 5%.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Sobrevivência, Crescimento e colonização ectomicorrízica

Para os dois clones, a sobrevivência, diâmetro do coleto, altura, MSPA, MSR, R/PA e porcentagem de pontas de raízes colonizadas foram influenciados pelos isolados, mas foi dependente da adubação utilizada ( $p \leq 0,05$ ) (TAB. 1 e 2).

Para os dois clones, a inoculação com o isolados de *Pisolithus* sp. não aumentou a sobrevivência das mudas em relação às do Controle em nenhum nível de adubação fosfatada (TAB. 1), mas aumentou a sobrevivência das mudas do clone AEC 2034 em alguns níveis de adubação em relação às mudas do Comercial, são eles: aumento médio de 10 % nas mudas inoculadas com o D5 e crescidas nos substratos adubados com 1, 2 e 2,3 mg de P e aumento de 7 % nas inoculadas com o D17 e crescidas em substrato contendo 2 mg de P por muda (TAB. 1). Ainda neste clone, a sobrevivência das mudas inoculadas nas diferentes condições de adubação foi igual as do Controle, exceto nas inoculadas com o D5 e D95 e crescidas no substrato com 6 mg de P (TAB. 1), em que a sobrevivência reduziu.

Para o AEC 2233, a sobrevivência das mudas inoculadas nas diferentes condições de adubação, em geral, também foi igual as do Controle e do Comercial (TAB. 1). Em relação às mudas do Comercial, a sobrevivência foi menor nas mudas inoculadas com o D5 e D95 e crescidas em substrato adubado com 2,3 mg de P por muda. As inoculadas com D216 e crescidas em substrato adubado com 2,3 mg de P por muda foi maior em relação àquelas inoculadas também com o D5 e D95 e crescidas em substrato adubado com 2,3 mg de P por planta.

A inoculação com os isolados de *Pisolithus* sp. aumentou a altura das mudas em relação as do Controle apenas no AEC 2233, mas este resultado foi dependente do isolado e da adubação (TAB. 1). A altura das mudas deste clone inoculadas com o D17 crescendo na adubação com 1 mg de P por planta foi 11% maior que as do Controle e as inoculadas com o D95 crescendo na adubação com 1 e 6 mg de P por planta foi em até 22% maior (TAB. 1). Para os dois clones, a altura das mudas inoculadas com os diferentes níveis de adubação fosfatada do substrato foi igual ou menor do que às do Comercial (TAB.). As mudas do AEC 2034 que tiveram sua altura iguais às do Comercial foram: inoculadas com o D17 e crescidas em substrato adubado com 1, 2 e 6 mg de P por planta, inoculadas com o D216 e crescidas em substrato adubado com 2, 2,3 e 6 mg de P por planta, inoculadas com o D5 e crescidas em substrato adubado com 2 mg de P por planta e inoculadas com D95 em substrato com todos os níveis de adubação fosfatada. As mudas do AEC 2233 que tiveram sua altura iguais às do

Comercial foram: inoculadas com o D17 e crescidas em substrato adubado com 1 e 2 mg de P por planta, inoculadas com o D216 e crescidas em substrato adubado com 2 mg de P por planta e inoculadas com D95 em substrato com todos os níveis de adubação fosfatada (TAB. 1).

Tabela 1. Sobrevivência, altura e diâmetro aos 95 dias das mudas de clones AEC 2034 e AEC - 2233 híbridos de *Eucalyptus* inoculadas ou não com isolados de *Pisolithus* sp. e crescidas em substrato com diferentes fertilizantes e doses de P em viveiro comercial.

Isolados	Clone AEC 2034					Média	Clone AEC 2233					Média
	P, mg por muda						P, mg por muda					
	1	2	2,3	6	36		1	2	2,3	6	36	
-----Sobrevivência, %-----												
Comercial						90						83
Controle	99 aA <sup>1/*2/</sup>	96 aA	94 aA	94 abA		96	81 aA	81 aA	71 abA	73 aA		76,9
D17	93 aA	97 aA*	93 aA	96 aA		95	82 aAB	93 aA	72 abB	73 aB		80,5
D216	95 aA	93 aA	93 aA	94 abA		94	82 aA	86 aA	83 aA	80 aA		83,3
D5	97 aA*	98 aA*	99 aA*	89 bB		96	88 aA	85 aA	68 bB*	77 aAB		79,7
D95	95 aA	96 aA	95 aA	87 bB		94	89 aA	80 aA	65 bB*	82 aA		79,1
Média	96	96	95	92			84,3	85,4	72,0	77,8	83	
-----Altura, cm-----												
Comercial						31,7						27,6
Controle	28,1 aA*	30,6 aA	27,9 aA*	27,9abA*		28,3	24,1bB*	26,9 abA	26,0 aA	22,1 Bb*		24,8
D17	27,9 aA	29,9 aA	24,6 bB*	30,7 aA		28,9	27,2aA	28,1 aA	22,7 bB*	26,5 abA*		26,1
D216	26,0 aB*	29,1 aA	29,9 aA	30,7 aA		27,5	23,2bA*	25,7 abA	24,3abA*	24,2 aB*		24,4
D5	26,5 aB*	30,3 aA	27,6abAB*	25,5 bB*		29,6	21,4bB*	24,6 bA*	18,6 cB*	22,0 bA*		21,7
D95	28,9 aA	31,9 aA	28,8 aA	28,9 aA		28,6	26,8aA	25,8 abA	26,1 aA	28,4 aA		26,8
Média	27,5	30,4	27,7	28,7			24,55	26,21	23,54	24,67		
-----Diâmetro do coleto, mm-----												
Comercial						3,03						3,04
Controle	3,03 abAB	3,24 aA	2,96 aB	3,13 aAB		3,03	3,05 aA	3,24 aA	3,11 abA	3,09 aA		3,12
D17	3,04 abA	3,02 abA	2,93 aA	3,14 aA		3,04	3,01 aA	3,04 abA	3,10 abA	3,07 aA		3,06
D216	2,62 cB*	2,83 bAB	3,03 aA	3,07 abA		2,62	2,61 bB*	2,77 bAB	2,96 bA	2,93 aA		2,82
D5	3,23 aA	3,09 abAB	3,09 aAB	2,86 bB		3,23	3,08 aA	3,09 aA	3,13 abA	2,95 aA		3,07
D95	2,92 bA	2,92 bA	3,13 aA	3,15 aA		2,92	3,0 aAB	2,90 bcB	3,28 aA	2,95 aB		3,03
Média	2,97	3,02	3,03	3,07	3,03		2,95	3,01	3,12	3,00	3,04	

1/ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram pelo teste de Tukey a 5%.

2/ Médias seguidas de \* diferem do tratamento adicional Comercial pelo teste de Dunnett a 5%.

Para os dois clones, o diâmetro das mudas inoculadas com isolados de *Pisolithus* sp. foi igual ou menor que o diâmetro das mudas do Controle e do Comercial (TAB. 1). Nos dois clones, a inoculação com o D17 não reduziu o diâmetro do coleto das mudas em relação ao Controle (TAB. 1). Já para os demais isolados a redução do diâmetro em relação ao Controle foi dependente da adubação de substrato, em que a inoculação com o D5 reduziu o diâmetro apenas no maior nível de adubação fosfatada das mudas do AEC 2034. Para as mudas inoculadas com os isolados D216 e D95 a redução do diâmetro foi para os dois clones, em geral foi nos dois menores níveis de adubação (TAB. 1). Em relação às mudas do Comercial, para os dois clones, as únicas mudas que apresentaram diâmetro menor foram aquelas inoculadas com D216 e crescidas em substrato com 1 mg de P por planta.

O D17 foi o isolado que aumentou a MSPA e a MSR das mini-estacas e isto ocorreu apenas no AEC 2034 e crescidas em substrato contendo 6 mg de P por muda, em que a MSPA foi 15% e a MSR foi 19% maior em relação ao Controle (TAB. 2). No mais, para os dois clones, a MSPA e a MSR das mudas inoculadas com isolados de *Pisolithus* sp. foram iguais ou menores que as mudas do Controle e do Comercial (TAB. 2). As mudas do AEC 2034 que tiveram sua MSPA iguais às do Comercial foram: inoculadas com o D17 e crescidas em substrato adubado com 2 e 6 mg de P por planta, inoculadas com o D216 e crescidas em substrato adubado com 2, 2,3 e 6mg de P por planta e inoculadas com o D5 e crescidas no substrato adubado com 2 mg de P por muda e inoculadas com o D95 e crescidas no substrato adubado com 2,3 e 6 mg de P por muda (TAB. 2). Para o AEC 2233, as mudas que tiveram sua MSPA iguais às do Comercial foram: inoculadas com o D17, D216, D5 crescendo em substrato adubado com 2,3 mg de P por planta e com o isolado D216 e crescidas em substrato adubado com 6 mg de P por planta (TAB. 2).

Tabela 2. Massa seca da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR), razão MSR/MSPA e porcentagem de pontas colonizadas das mudas de clones AEC 2034 e AEC - 2233 híbridos de *Eucalyptus* inoculadas ou não com isolados de *Pisolithus* sp. e crescidas em substrato com diferentes fertilizantes e doses de P em viveiro comercial.

Isolados	Clone AEC 2034					Clone AEC 2233					Média	
	P, mg por muda					P, mg por muda						
	1	2	2,3	6	36	1	2	2,3	6	36		
----- Massa seca da parte aérea, gramas por planta -----												
Comercial						1,88						1,85
Controle	1,73 aA	1,82 aA	1,69 aA	1,57 bA		1,70	1,59 aA	1,54 aA*	1,68 aA	1,44 abA*	1,56	
D17	1,52 abB*	1,76 aAB	1,40 bB*	1,86 aA		1,63	1,48 aB*	1,26 bB*	1,70 aA	1,52 aAB*	1,49	
D216	1,37 bB*	1,62 aAB	1,68 aA	1,74 abA		1,60	1,51aA*	1,52 abA*	1,68 aA	1,62 aA	1,58	
D5	1,38 bB*	1,77 aA	1,52 abAB*	1,31 bB*		1,50	1,18 bB*	1,27 bB*	1,67 aA	1,19 bB*	1,33	
D95	1,51 abA*	1,58 aA*	1,67 abA	1,60 abA		1,59	1,55 aA*	1,51 abA*	1,48 aA*	1,56 aA*	1,53	
Média	1,50	1,71	1,59	1,62	1,88		1,46	1,42	1,64	1,47		
----- Massa seca das raízes, gramas por planta -----												
Comercial						0,99						0,85
Controle	1,00 aB	1,19 aA	0,93 aB	0,97 bB		1,02	0,72 aA	0,84 aA	0,92 aA	0,79 abA	0,82	
D17	1,01 aB	0,90 bB	0,76 aB*	1,20 aA*		0,97	0,80aAB	0,64 bB*	0,77 aAB	0,90 aA	0,78	
D216	0,91 aA	0,84 bA	0,91 aA	0,86 bA		0,88	0,70 aA	0,82 aA	0,83 aA	0,78 abA	0,78	
D5	0,87 aA	0,95 bA	0,80 aA	0,92 bA		0,88	0,73aA	0,68 abA	0,79 aA	0,67 bA	0,72	
D95	0,88 aAB	0,79 bB	0,83 aAB	0,99 bA		0,87	0,87 aA	0,85 aA	0,76 aA	0,88 abA	0,84	
Média	0,93	0,93	0,85	0,99			0,76	0,77	0,81	0,80		
----- Razão MSR/MSPA -----												
Comercial						0,53						0,46
Controle	0,58 aA	0,65 aA	0,55 aA	0,62 abA		0,60	0,45 bB	0,54 aAB	0,56 aA*	0,55 aA	0,53	
D17	0,67 aA*	0,51 aB	0,54 aAB	0,65 abA		0,59	0,54 abA	0,51 aAB	0,45 bB	0,58 aA*	0,52	
D216	0,67 aA*	0,52 aB	0,55 aAB	0,50 bB		0,56	0,47 bA	0,54 aA	0,50 abA	0,48 aA	0,50	
D5	0,63 aAB	0,53 aB	0,53 aB	0,70 aA*		0,60	0,61 aA*	0,53 aAB	0,47 abB	0,56 aAB*	0,54	
D95	0,59 aAB	0,51 aAB	0,50 aB	0,63 abA		0,56	0,56 aA*	0,57 aA*	0,51 abA	0,56 aA*	0,55	
Média	0,63	0,55	0,53	0,62			0,53	0,54	0,50	0,55		
----- Pontas de raízes colonizadas, % -----												
Comercial						36						31
Controle	50 cB	62 bA*	48 bB	39 cC		50	45 bB*	45 bB*	56 bA*	46 cB*	48	
D17	76 aA*	73 aA*	59 aB*	74 aA*		71	64 aB*	78 aA*	61 abB*	72 aA*	69	
D216	65 bA*	72 aA*	68 aA*	69 aA*		69	63 aB*	73 aA*	68 aAB*	62 bB*	67	
D5	61 bB*	68 abAB*	67 aAB*	72 aA*		67	68 aAB*	76 aA*	64 abB*	61 bB*	68	
D95	71 aA*	76 aA*	59 aB*	56 bB*		66	68 aA*	71 aA*	65 abA*	67 abA*	68	
Média	65	70	61	62			62	70	63	62		

1/ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram pelo teste de Tukey a 5%.

2/ Médias seguidas de \* diferem do tratamento adicional Comercial pelo teste de Dunnett a 5%.

Para os dois clones, a MSR das mudas inoculadas foi igual as do Comercial, exceto as mudas do AEC 2034 inoculadas com o D17 e crescidas em substrato contendo 2,3 e 6 mg de P por muda e as mudas do AEC 2233 inoculadas também com o D17 e crescidas em substrato contendo 2 mg de P por muda (TAB. 2). Os isolados que reduziram a MSPA das mudas do AEC 2034 em relação às mudas do Controle foram o D216 e D5 nas mudas crescidas no substrato adubado 1 mg de P por planta, o D17 nas mudas crescidas no substrato adubado 2,3 mg de P por planta, todos os isolados reduziram a MSR das mudas crescidas no substrato adubado 2 mg de P em relação às mudas do Controle (TAB. 2). A MSPA das mudas do AEC 2233 menores em relação às mudas do Controle foram aquelas inoculadas com o D5 e crescidas no substrato adubado com 1 e 2 mg de P por muda, com o D17 e crescidas no substrato adubado com 2 mg por muda. A inoculação com este mesmo isolado nas mudas deste clone e crescidas no substrato adubado com 2 mg de P por muda reduziu a MSR em relação à MSR do Controle (TAB. 2).

A inoculação com o D5 e D95 nas mudas do AEC 2233 crescidas em substrato adubado com 1 mg de P aumentou a R/PA em 26% em relação às mudas do Controle, enquanto a inoculação com o D17 crescidas em substrato adubado com 2,3 mg de P foi 24 % menor (TAB. 2). Ainda, para esse clone as demais mudas inoculadas foram iguais à do Controle. Para o AEC 2034, a R/PA das mudas inoculadas foi igual em relação ao Controle, exceto aquelas inoculadas com o D216 e crescidas em substrato adubado com 6 mg de P por planta (TAB. 2).

Em relação ao Comercial, a R/PA foi maior nas mudas do AEC 2034 inoculadas com o D17 e D216 crescendo em substrato adubado com 1 mg de P por planta e com o D5 e crescidas em substrato adubado com 6 mg de P por planta (TAB. 2). No AEC 2233 a R/PA foram maiores nas mudas inoculadas com o D5 e D95 e crescidas nos substratos adubado com 1 mg de P, D95 e crescidas nos substratos adubado com 2,3 mg de P por planta e com o D17, D5 e D95 e crescidas no substrato adubado com 6 mg de P (TAB. 2).

A colonização das pontas de raízes das mini-estaca foi dependente da interação entre isolados e adubações com P ( $p < 0,01$ ) (TAB. 2). A remoção do fertilizante MAP da adubação do substrato de crescimento proporcionou nos dois clones aumento da colonização espontânea das mudas (Comercial x Controle) (TAB. 2). Sendo que no AEC 2233 a porcentagem de pontas de raízes colonizadas das mudas do Controle foi sempre maior do que as do Comercial, independentemente do nível de adubação, e no AEC 2034 esse aumento só ocorreu quando as mudas foram crescidas em substrato com 2 mg de P por planta (TAB. 2). Para os dois clones, a inoculação das mudas com todos isolados independente dos níveis de

adubação fosfatada do substrato foi maior do que a das mudas do Comercial em até 110% (TAB. 2).

A porcentagem de pontas colonizadas dos dois clones aumentou com a inoculação de todos os isolados e na maioria dos níveis de adubação fosfatada em relação ao Controle (TAB. 2). Para as mudas do AEC 2034 inoculadas com o D17, D216 e D95 as maiores porcentagens de pontas de raízes colonizadas foram observadas já no menor nível de adubação fosfatada no substrato e observou-se pouca influência das doses subsequentes, exceto para aquelas inoculadas com o D95. Neste caso, a colonização foi menor nas mudas crescidas nos substratos adubados com os dois maiores níveis de P. Já para as mudas inoculadas com o D5 as maiores porcentagens de pontas de raízes colonizadas foram observadas nas raízes das mudas crescidas nos substrato adubado com os três maiores níveis de P (TAB. 2).

Para o AEC 2233, as maiores porcentagens de pontas de raízes colonizadas foram observadas nas plantas crescidas no substrato adubado com 2 mg de P por planta (TAB. 2). Assim, notamos que, em geral, para este clone, a colonização foi estimulada pelo aumento da dose de 1 mg de P por planta para 2 mg de P por planta e inibida pelas doses subsequentes. Exceto a porcentagem de pontas de raízes colonizadas das mudas inoculadas com o D95, em que a colonização foi igual em todos os níveis de adubação.

#### **4.2 Teores de nutrientes**

Os teores de P, N, e Ca na matéria seca da parte aérea de ambos os clones de eucalipto foram influenciados pelos isolados, mas isso foi dependente do nível de adubação fosfatada ( $p < 0,05$ ) (TAB. 3). Os teores de K na MSPA do AEC 2034 não foram influenciados pelos tratamentos e foram em média iguais a  $13,8 \text{ g kg}^{-1}$ , já nas mudas do AEC 2233 os teores de K foram influenciados apenas pela adubação fosfatada (TAB. 3).

Para os dois clones, os teores de P nas mudas inoculadas nas diferentes condições de adubação foram, em geral, iguais às do Controle e do Comercial (TAB. 3). As exceções foram em relação às mudas do Comercial, em que os teores de P nas mudas do AEC 2034 inoculadas com o D17, D216 e D95 crescidas em substrato adubado com 2 mg de P por muda foram em média 25% maiores e nas mudas do AEC 2233 inoculadas com o D17 crescidas em substrato adubado com 2,3 mg de P por muda foram maiores (TAB. 3).

A inoculação reduziu os teores de P em relação ao Controle apenas na MSPA das mudas do AEC 2034 inoculadas com o D17 e crescidas em substrato adubado com um mg de P por muda (TAB. 3).

Os teores de N na MSPA das mudas inoculadas aumentaram com a inoculação de alguns isolados em relação ao Controle para os dois clones, mas esse fato foi dependente do nível de adubação fosfatada (TAB. 3). Os isolados que promoveram aumentos nos teores de N foram os D17 e D5 nas mudas do AEC 2034 crescidas no substrato adubado com 1 mg de P por planta e nas mudas do AEC 2233 crescidas no substrato adubado com 6 mg de P por planta.

Em relação às mudas do Comercial, no AEC 2034 os teores de N nas mudas inoculadas foram iguais ou menores e no AEC 2233 foram iguais ou maiores (TAB. 3). Neste último clone, as mudas que possuíam teores de N maiores do que as do Comercial foram aquelas crescidas no substrato adubado com 1 mg de P por planta e estavam inoculadas com o D17, D216 e D5, todas crescidas no substrato adubado com 2 mg de P por planta e no substrato adubado com 6 mg de P por planta e estavam inoculadas com o D5.

Como dito anteriormente os teores de K foram influenciados pela inoculação apenas no AEC 2233 (TAB. 3). Mas também neste clone os teores de K nas plantas inoculadas foram, em geral, iguais às do Controle, exceto nas mudas inoculadas com o D95 e crescidas em substrato contendo 2 mg de P por planta, em que os teores foram 25% maiores do as do Controle. Os teores de K nas mudas inoculadas foram iguais ou maiores em relação ao Comercial (tab.). As mudas que apresentaram teores desse elemento maiores que as do Comercial foram as inoculadas com o D17 e D216 crescendo em substrato adubado 1 mg de P por planta e com o D5 e crescidas em substrato adubado com 6 mg de P por planta (TAB. 2).

A exclusão do fertilizante MAP e a inoculação das mudas deste clone com os isolados D216 e D5 e crescidas em substrato contendo 1 mg de P por planta aumentou em até 39% os teores de K e a inoculação com o D17, D5 e D95 e crescidas em substrato contendo 2 mg de P por planta aumentou em até 37% (TAB. 3).

Para os dois clones, os teores de Ca nas mudas inoculadas nas diferentes condições de adubação foram, em geral, iguais às do Controle (TAB. 3). No AEC 2034, as mudas inoculadas com o D17 e D5 crescidas em substrato adubado com 2,3 mg de P por planta tiveram seus teores de Ca aumentado em até 58% pela inoculação e aquelas inoculadas com o D5 crescidas em substrato adubado com 1 mg de P por planta tiveram seus teores de Ca diminuído. Já no AEC 2233, os teores de Ca foi aumentado em 46 % pela inoculação do

D17 no substrato adubado com 2 mg de P por planta e diminuído nas mudas inoculadas com este mesmo isolado e crescidas no substrato adubado com 2,3 mg de P por planta (TAB. 3).

Tabela 3. Teores de P, N, K e Ca na parte aérea de mudas de clones AEC 2034 e AEC - 2233 híbridos de *Eucalyptus* inoculadas ou não com isolados de *Pisolithus* sp. e crescidas em substrato com diferentes fertilizantes e doses de P em viveiro comercial.

Isolados	Clone AEC 2034						Clone AEC 2233					
	P, mg por muda					Média	P, mg por muda					Média
	1	2	2,3	6	36		1	2	2,3	6	36	
----- P, g kg <sup>-1</sup> -----						----- P, g kg <sup>-1</sup> -----						
Comercial						0,72						0,96
Controle	0,80 abA	0,76 bA	0,85 aA	0,72 aA		0,78	0,85 aA	0,77 aA	0,82 aA	0,97 aA	0,85	
D17	0,71 bB	0,96 aA*	0,80 aAB	0,76 aB		0,81	0,65 aA*	0,85 aA	0,67 abA	0,82 aA	0,75	
D216	0,91 aA	0,96 aA*	0,84 aAB	0,70 aB		0,85	0,76 aA	0,77 aA	0,82 aA	0,91 aA	0,82	
D5	0,82 abA	0,85 abA	0,79 aA	0,81 aA		0,82	0,69 aB	0,99 aA	0,54 bB*	0,95 aA	0,79	
D95	0,79 abAB	0,95 abA*	0,73 aB	0,76 aB		0,81	0,78 aAB	0,72 aB	0,89 aAB	0,99 aA	0,85	
Média	0,80	0,89	0,80	0,75			0,77	0,86	0,75	0,94		
----- N, g kg <sup>-1</sup> -----						----- N, g kg <sup>-1</sup> -----						
Comercial						11,5						7,7
Controle	8,7 bB*	10,4 aAB	10,7 aA	9,8 aAB		9,9	9,7 aA	10,5 aA*	9,8 aA	7,1 bcB	9,3	
D17	9,9 abAB	11,1 aA	8,7 bB*	9,7 aAB		9,9	10,0 aA*	11,1 aA*	9,9 aA	9,5 abA	10,2	
D216	10,7 aA	11,7 aA	10,0 abA	10,4 aA		10,7	10,1 aAB*	11,5 aA*	8,4 aB	6,1 cC	9,0	
D5	10,5 abA	10,7 aA	8,5 bB*	10,8 aA		10,2	10,1 aAB*	11,0 aAB*	9,4 aB	11,6 aA*	10,5	
D95	9,0 abB*	11,5aA	8,9 abB*	10,6 aAB		10,0	8,9 aB	11,2 aA*	8,8 aB	8,8 bB	9,5	
Média	9,8	11,1	9,4	10,5			9,7	11,1	9,3	8,6		
----- K, g kg <sup>-1</sup> -----						----- K, g kg <sup>-1</sup> -----						
Comercial						13,4						9,4
Controle	13,7	11,8	14,0	10,7		12,5 a	13,9 abA	11,3 bAB	10,6 abAB	9,9 aB	11,43	
D17	14,5	13,9	12,7	14,3		13,8 a	13,6 abA	14,6 abA*	6,7 bB	8,5 aB	10,86	
D216	13,8	13,1	16,3	13,5		14,4 a	15,5 aA*	11,8 abB	11,0 aBC	7,7 aC	11,49	
D5	14,1	13,1	14,0	16,4		14,4 a	14,1 abAB*	14,7 abA*	10,8 abB	10,5 aB	12,52	
D95	15,8	12,5	13,7	15,0		14,2 a	11,9 bAB	15,1 aA*	9,5 abB	8,2 aB	11,20	
Média	14,4	13,0	14,1	14,1	13,4		13,80	9,51	13,51	8,92	9,4	
----- Ca, g Kg <sup>-1</sup> -----						----- Ca, g Kg <sup>-1</sup> -----						
Comercial						2,5						2,6
Controle	4,0 aB*	5,9 aA*	2,5 bC	1,9 abC		3,52	3,0 aA	1,7 bB	2,7 aAB	2,5 aAB	2,50	
D17	3,3 aB	5,1 aA*	5,3 aA*	0,6 bC*		3,61	3,1 aA	3,2 aA	1,3 bB*	2,4 aAB	2,54	
D216	3,8 aB	5,6 aA*	2,8 bB	2,9 aB		3,85	3,3 aA	1,1 bB*	2,7 aA	2,7 aA	2,52	
D5	1,9 bC	4,4 aB*	6,2 aA*	2,0 abC		3,65	3,1 aA	2,4 abA	2,1 abA	2,5 aA	2,56	
D95	3,9 abA*	5,2 aA*	2,7 bB	1,0 bC*		3,25	3,2 aA	2,3 abA	3,3 aA	2,7 aA	2,89	
Média	3,42	5,29	3,95	1,73	2,5		3,17	2,45	2,17	2,61	2,6	

1/ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram pelo teste de Tukey a 5%.

2/ Médias seguidas de \* diferem do tratamento adicional Comercial pelo teste de Dunnett a 5%.

No AEC 2034, em geral, a inoculação, proporcionou teores de Ca iguais ou maiores que as do Comercial. Os isolados que promoveram os teores desse nutriente foram o D95 nas mudas crescidas em substrato adubado com 1 mg de P por planta, todos os isolados nas mudas crescidas em substrato adubado com 2 mg de P por planta e D17 e D5 nas mudas crescidas em substrato adubado com 2,3 mg de P por planta (TAB. 3). No clone AEC 2233, em geral, a inoculação, proporcionou teores de Ca iguais às do Comercial, exceto naquelas inoculadas com D216 e crescidas em substrato adubado com 2 mg de P por planta e nas inoculadas com D17 e crescidas em substrato adubado com 2,3 mg de P por planta.

Para os dois clones, os teores de zinco e manganês na MSPA das mudas foram influenciados pelos isolados, mas também foi dependente da adubação utilizada ( $p \leq 0,05$ ) (TAB.4). Os teores de ferro para os dois clones foram influenciados apenas pelos níveis de adubação independente dos isolados, o teor médio de Fe obtido foi de 66 mg por Kg de MSPA ( $p \leq 0,05$ ) (TAB. 4).

Nos dois clones os teores de Zn das mudas inoculadas foram iguais aos das mudas do Controle e no AEC 2233 foram iguais também as do Comercial (TAB. 4). Mas, para o AEC 2034, em geral, a inoculação com todos os isolados aumentou em até 46% os teores de Zn nas mudas crescidas nos substratos adubados com 2 e 2,3 mg de P por planta em relação às plantas do Comercial (TAB. 4).

Em geral, os teores de Mn na MSPA das mudas dos dois clones inoculadas foram iguais aos teores das mudas do Controle e Comercial, exceto as mudas do AEC 2034 inoculadas com todos os isolados e crescidas em substrato adubado com 1 mg de P por planta e as mudas do AEC 2233 inoculadas com o D216 e crescidas em substrato adubado com 2 mg de P por planta (TAB. 4), em que os teores de Mn nas mudas inoculadas foi reduzido em 37%.

Tabela 4. Teores de Zn, Mn e Fe na parte de mudas dos clones AEC 2034 e AEC - 2233 híbridos de *Eucalyptus* inoculadas ou não com isolados de *Pisolithus* sp. e crescidas em substrato com diferentes fertilizantes e doses de P em viveiro comercial.

Isolados	Clone AEC 2034					Média	Clone AEC 2233					Média
	P, mg por muda						P, mg por muda					
	1	2	2,3	6	36		1	2	2,3	6	36	
----- Zn, mg kg <sup>-1</sup> -----												
Comercial						24						31
Controle	39 aAB*	35 aAB	40 aA*	27 aB		35	30 aA	37 abA	26 aA	31 aA		31
D17	35 aAB	46 aA*	42 aA*	30 aB		38	29 aA	34 abA	23 aA	27 aA		28
D216	33 aAB	43 aA*	40 aA*	26 aB		35	35 aA	23 bA	36 aA	30 aA		31
D5	33 aA	37 aA*	34 aA	38 aA*		35	25 aA	39 abA	25 aA	28 aA		29
D95	34 aAB	42 aA*	42 aA*	29 aB		37	30 aAB	43 aA	28 aB	23 aB		31
Média	35	40	39	30			30	35	28	28		
----- Mn, mg kg <sup>-1</sup> -----												
Comercial						340						349
Controle	396 aA	342 abA	398 aA	306 aA		360	357 aA	406 aA	349 abA	306 abA		354
D17	257 bB	413 abA	394 aA	294 aB		340	389 aA	370 abAB	274 bB	260 aB		323
D216	249 bB	430 aA	428 aA	330 aB		359	364 aAB	272 bB	415 aA	319 aAB		342
D5	259 bB	317 bAB	396 aA	351 aAB		331	351 aA	300 abA	323 abA	294 aA		317
D95	262 bB	415 abA	374 aAB	294 aB		336	400 aA	345 abAB	338 abAB	247 aB		333
Média	285	383	398	315	340		372	339	340	285	349	
----- Fe, mg kg <sup>-1</sup> -----												
Comercial						60,8						55,6
Controle	96,6	86,3	55,6	53,9		73,1	47,1	52,2	38,6	50,5		47,1
D17	77,8	81,2	52,2	62,5		68,4	57,3	57,3	38,6	35,2		47,2
D216	100,0	62,5	52,9	74,4		72,4	59,1	43,7	36,9	50,5		47,5
D5	72,7	71,0	62,5	64,2		67,6	52,2	48,8	42,0	42,0		46,3
D95	77,8	71,0	59,1	77,8		71,4	57,3	42,0	43,7	40,3		46,5
Média	85,0A	74,4 A	56,3 A	66,6 A	60,8		54,6 A	48,8 A	39,9 A	44,0 A	55,6	

1/ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram pelo teste de Tukey a 5%.

2/ Médias seguidas de \* diferem do tratamento adicional Comercial pelo teste de Dunnett a 5%.

## 5 DISCUSSÃO

A maior sobrevivência, crescimento e teores de alguns nutrientes observadas nas mudas de eucalipto inoculadas com FEM em relação as não inoculadas (Controle) (TAB. 1, 2, 3 e 4) também foi encontrada em outros trabalhos (FONSECA, 2013; COSTA, 2014; GANDINI *et al.*, 2015, GOMES, 2016; AVELAR, 2016). Isso evidencia que a inoculação fúngica é importante para o uso mais racional dos recursos naturais não renováveis, trazendo benefícios para as plantas e o meio ambiente.

A inoculação com alguns de *Pisolithus* sp. aumentou a MSPA, MSR, teores de P das mudas do AEC 2034 inoculadas e crescidas em substrato adubado com 2 e 6 mg de P em relação as do Controle (TAB. 1; 2; 3). E as mudas inoculadas do AEC 2233 aumentou a altura, a R/PA e o teor de K em relação às do Controle (TAB. 2 e 3). A porcentagem de pontas colonizadas, os teores de N e Ca aumentaram com a inoculação nas mudas dos dois clones em relação ao Controle e foram influenciados pela adubação fosfatada. Isso demonstrou que existem clones de eucalipto, isolados fúngicos com resposta diferenciada de acordo com a adubação fosfatada do substrato de produção de mudas. As plantas hospedeiras mesmo pertencendo a uma mesma espécie, diferentes biótipos da espécie podem reagir de maneira diferente a um mesmo isolado de uma espécie de fungo (TRAPPE, 1977; CAIRNEY e CHAMBERS, 1997).

Um fato importante é que a inoculação das mudas com a maioria dos isolados de ambos os clone e crescidas nos substratos adubados com os diferentes níveis de adubação aumentou ou então, em geral, igualou a sobrevivência, a altura, diâmetro do coleto, MSPA, MSR, os teores de NPK, Ca e Zn em relação às do Comercial, que receberam até 36 vezes mais P no substrato de crescimento (TAB. 1, 2, 3 e 4). A inoculação fúngica também reduziu algumas características de crescimento (MSPA, altura) em relação às mudas do Comercial, resultados semelhantes aos encontrados em outros trabalhos (GANDINI, *et al.*, 2015; AVELAR, 2016). A maior sobrevivência de mudas clonais de eucalipto também foi observada em outros trabalhos. Em clones de eucalipto a inoculação de *Pisolithus* sp. o isolado D5 aumentou a sobrevivência em até 29% em relação ao comercial (Gerdau) (FONSECA, 2013). A inoculação de mudas eucalipto com isolados de *Pisolithus* sp. em viveiro comercial (Plantar S.A) a sobrevivência foi de 0,85 a 1,15 vezes maiores em relação ao Controle e Comercial (GOMES, 2016). Estes resultados são diferentes aos observados em mudas clonais de eucalipto (clones GG100; GG680) crescidas em viveiro comercial (Gerdau), em que não constatou efeito sobre a sobrevivência das plantas inoculadas com isolados de

*Pisolithus microcarpus*, *Hysterangium gardneri*, *Scleroderma areolatum* (COSTA, 2014). Para os dois clones, nas plantas inoculadas, as adubações com 1 e 2 mg de P na forma de liberação lenta, foram mais eficientes em aumentar a sobrevivência (Tab. 1), comprovando que a inoculação fúngica com redução da adubação pode alcançar ótimas taxas de sobrevivência, não causando nenhum prejuízo para a atividade de produção de mudas de eucalipto, sendo que o usado na rotina são 36 mg de P por muda. A sobrevivência de plantas de *Pinus caribaea* inoculadas com isolados de *Pisolithus tinctorius* e *Telephora terrestris* foi 52% menor quando não tiveram fertilização mineral NPK, e concluíram que a adubação também influencia sobre essa característica (KRÜGNER e TOMAZELLO FILHO, 1980).

O menor crescimento das plantas inoculadas com alguns isolados e crescidas em algumas condições de adubação fosfatada em relação às do Comercial, também foi constatado por outros autores (FONSECA, 2013; GANDINI *et al.*, 2015, AVELAR, 2016). Em alguns casos, a associação ectomicorrízica pode ser um fator desfavorável à planta, demandando das plantas mais fotoassimilados. Esses resultados demonstram que esse efeito é dependente do isolado, do clone e da época de avaliação (SMITH e READ, 1996). Trabalhos enfatizando a redução do crescimento de plantas pela colonização são escassos, mas eles são importantes, pois mostra que nem sempre a colonização por FEM promove o crescimento das plantas colonizadas. A redução do crescimento de plantas é esperada quando pode haver pouca irradiação que limita a fotossíntese ou há um fornecimento de nutrientes adequado, mas não o suficiente para inibir a colonização (SMITH e READ, 2008). Plantas de *Picea abies* micorrizadas com *Pisolithus tinctorious* e *Laccaria laccata* produziram massa seca menor do que as plantas não micorrizadas (ELTROP e MARSCHNER, 1996). Estes autores atribuíram isto ao fato de ter ocorrido uma alta taxa de respiração no sistema radicular das plantas com altas taxas de colonização micorrízica.

Os diâmetros das mudas dos dois clones inoculadas foram iguais às do Comercial, isso foi constatado em outros trabalhos (FONSECA, 2013; COSTA *et al.*, 2015; GANDINI *et al.*, 2015). Para os autores esta característica é menos sensível a inoculação fúngica e sim a altas adubações e do tipo de fertilizante utilizado, como se constatou que, fornecendo um e 2 mg de P via aplicação do Osmocote. Em plantas de *Eucalyptus globulus* crescendo em solução nutritiva e inoculadas com *Laccaria fraterna* o diâmetro do caule foi 14% maior quando receberam solução nutritiva com 10 mg L<sup>-1</sup> de P, menor dose P com 250 mg L<sup>-1</sup> de N, maior dose N (MASON *et al.*, 2000). Os autores concluíram que o benefício da simbiose foi dependente da interação entre nitrogênio e fósforo e fungos ectomicorrízicos. Aumento do diâmetro do coleto promovido pela inoculação de fungos ectomicorrizicos também foi

observado em mudas de *Pinus taeda* (OLIVEIRA, 2004). No entanto o diâmetro das mudas inoculadas, mesmo em substrato com menos fósforo, foram maiores que dois mm, mínimo considerado necessário para mudas de eucalipto estar prontas para serem levadas a campo (XAVIER *et al.*, 2009).

O potencial de desenvolvimento do sistema radicular de espécies florestais é chave para a sobrevivência das mudas após o transplante, pois isso vai determinar sua capacidade para competir por água e nutrientes (RITCHIE e DUNLAP, 1984). Sistemas radiculares de baixa qualidade implicam em alta taxa de mortalidade, onerando custos com a necessidade de replantio (MAFIA *et al.*, 2005). Quando há restrição de nutrientes, principalmente o fósforo a planta investe mais em produção de raízes (MARSCHNER *et al.*, 1996). Fato que não ocorreu no presente trabalho e as mudas inoculadas de ambos os clones possuíam MSR dentro ou acima da faixa recomendada para serem levadas ao campo que é de 600 mg por planta aos 80 dias de acordo com Mafia, *et al.* (2005). Para a resposta da planta à inoculação não depende somente da existência de micorrizas, mas também da espécie do fungo envolvido na associação e a adubação exerce muita influência (KRÜGNER e TOMAZELLO FILHO, 1980). Há bastante divergência quanto ao efeito da inoculação micorrízica sobre o aumento massa seca de plantas.

A R/PA para os dois clones foi maior nas mudas inoculadas e crescidas em substrato adubado com 1 e 6 mg de P em relação ao Comercial. O aumento da R/PA pode ser uma vantagem adaptativa para as mudas, pois há uma partição de recursos mais equilibrada nas mudas, e maior chance de explorar melhor os recursos do solo tendo um sistema radicular mais vigoroso. A ausência de efeito da inoculação micorrízica sobre a R/PA tem sido observada por outros autores (BOUGHER *et al.*, 1990). Os aumentos simultâneos da matéria seca radicular e da matéria seca da parte aérea promovidos pela inoculação não se refletem na relação entre essas duas variáveis. A massa de matéria seca é o mais sensível indicador de respostas das mudas aos diferentes tratamentos, juntamente com o comprimento radicular (MARX *et al.*, 1991). A porcentagem de pontas colonizadas indica a eficiência dos isolados em infectar as raízes das plantas, e a capacidade do hospedeiro em estabelecer a associação micorrízica. Houve uma alta taxa de colonização de pontas de raízes, inclusive para os Controles, que obtiveram 50% ou mais de pontas de raízes colonizadas, isso pode ser devido ao fato de que ao contrário de outros experimentos onde não houve infecção nos tratamentos, estes autores utilizaram substrato ou solo esterilizado e água destilada, neste experimento não houve esterilização do substrato de produção de mudas, e a água usada na irrigação das mudas foi coletada de riachos que passam por plantações de eucalipto, em que pode conter esporos

fúngicos (TRAPPE, 1977; SOUZA *et al.*, 2012). O número de pontas de raízes colonizadas para os dois clones aumentou quando as mudas cresceram em substrato adubado com 2 mg de P, em que o valor obtido foi de até 9% maior que as demais adubações com P, demonstrando uma interação positiva entre os isolados e adubação fosfatada fornecida ou de N, pois com esta quantidade de P era também fornecido o dobro da quantidade de N de liberação lenta em relação às demais, e não foi observado uma redução significativa da colonização com o aumento da quantidade de P fornecida, exceto para o tratamento Comercial, em que o substrato foi adubado com 36 mg de P por muda, dos quais 35 mg de P era na forma de fósforo solúvel, e este obteve o menor valor, 36% de pontas de raízes colonizadas. A colonização de raízes de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes doses de P por isolados de fungos ectomicorrízicos em casa de vegetação, foi reduzida a partir de 2 mg de P por planta (SOUZA *et al.* (2004). No entanto o autor utilizou fontes solúveis de fósforo.

Mudas de eucaliptos não inoculadas, que foram crescidas em substrato com redução de 50 % da adubação, apresentaram uma colonização média de 1 % (GANDINI, 2015). A colonização radicular de *Eucalyptus grandis* por *Glomulus etunicatum* e *Pisolithus tinctorius* diminuiu com o aumento da dose de P (FERNANDES *et al.*, 1999). Os isolados *Glomulus etunicatum* e *Glomulus clarum* colonizaram as raízes da *Acacia mearnsii*, mesmo nas maiores doses de P (MELLO *et al.*, 2006). Elevadas porcentagens de colonização das raízes são correlacionadas de forma positiva com o crescimento das plantas, e pode ser usado como um indicador da agressividade do isolado e da mesma forma para o seu potencial em contribuir para o desenvolvimento das plantas (BURGESS *et al.*, 1994). Com esses resultados, fica claro que os isolados fúngicos precisam ser selecionados de acordo com suas habilidades em colonizar novas raízes e sobreviver também após o transplante das mudas para campo (THOMSON *et al.*, 1986). Níveis sustentáveis da colonização das raízes acima de 50% devem ser considerados necessários para garantir elevada sobrevivência e produtividade de plantios florestais (MASON *et al.*, 2000).

O aumento no teor de P na MSPA das mudas de eucalipto pela inoculação com apenas alguns isolados em relação aos das mudas do Controle e do Comercial foi observado por outros autores (FONSECA, 2013; GANDINI *et al.*, 2015). Mesmo reduzindo a adubação em 50%, os teores e conteúdos foliares de P, N e K das plantas inoculadas com as maiores doses de inoculantes foram maiores ou iguais aos das plantas do Comercial (GANDINI *et al.*, 2015). No presente trabalho a redução da adição de P chegou a 350%. Os teores de P observados na MSPA das mudas do AEC 2034 variaram de 0,71 e 0,96 g kg<sup>-1</sup>, e do clone AEC 2233 os valores médios variaram de 0,54 e 0,99 g kg<sup>-1</sup>. A concentração de fósforo no tecido foliar de

mudas *Eucalyptus grandis* com idade entre 80-100 dias considerada ideal é entre 1,5 e 2 g kg<sup>-1</sup> de massa seca (SILVEIRA *et al.*, 2001). No presente trabalho foram analisados folha, caule e ramos juntos. Os teores considerados normais quando as folha, caule e ramos de clones de *Eucalyptus grandis* são avaliados juntos é de 0,6 a 0,8 mg por muda (HIGASHI *et al.*, 2000). A inoculação de mudas clonais de eucalipto com isolados de *Pisolithus microcarpus*, *Hysterangium gardneri*, *Scleroderma areolatum* não influenciou o teor de P na MSPA das mudas (COSTA, *et al.*, 2015). Para verificar o potencial de isolados de *Pisolithus* sp. em solubilizar fósforo a partir de rochas pobres em fósforo, constatou que o teor de P acumulado nos tecidos de *Eucalyptus dunnii* (0,004% P na MSPA) foi menor do que recomendado na literatura (ALVES, 2010). O autor afirmou que outros fatores causaram efeitos positivos da inoculação no crescimento das plantas não relacionados com a absorção de fósforo. Plantas micorrizadas foram mais eficientes em relação as não micorrizadas em absorver fósforo contido em rochas pobres em fósforo, e igualaram aquelas que foram tratadas com fertilizantes fosfatados solúveis (PAIRUNAN *et al.*, 1980). A inoculação fúngica levou a um aumento na aquisição de P, usando NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Fe/AlPO<sub>4</sub> ou Fe/Al fitato, como fonte de fósforo (HEINRICH *et al.*, 1988). As hifas micorrízicas podem modificar quimicamente o meio, através da produção de compostos como citratos que afetam a disponibilidade principalmente do P que está ligado ao ferro (BOLAN, 1991). Raízes infectadas por fungos ectomicorrízicos apresentaram viáveis por mais tempo e absorveu mais P, onde esse nutriente estava com disponibilidade limitada (BOWEN, 1994). Esses resultados deixam claro que fatores ligados ao biótipo da planta, isolado fúngico e tipo de fertilização são determinantes na eficiência da colonização e nutrição das plantas, e esclarecendo que o uso de fertilizantes fosfatados de liberação lenta aliados com os fungos ectomicorrízicos podem gerar ótimos resultados, tanto econômicos como ambientais, pois como verificado mesmo reduzindo a aplicação de P, o teor de P na MSPA da maioria das plantas inoculadas foram iguais ao das plantas do Comercial.

Espécies de plantas que formam associações ectomicorrízicas dominam principalmente ecossistemas em que a carência de N é um fator limitante para o crescimento das plantas (MARSCHNER e DELL, 1994). Os FEM são muito eficientes na absorção de N a partir de diferentes fontes, e sua capacidade em captar N de fontes orgânicas e torna-lo disponível para seus hospedeiros é um fator importante para a nutrição das plantas (FINLAY *et al.*, 1988).

Os teores de N na MSPA das mudas do clone AEC 2034 (Tab. 3), foram menores do que o recomendado para mudas de *Eucalyptus grandis* com até 100 dias de idade que é de

13 a 15 g kg<sup>-1</sup> de MSPA segundo Silveira *et al.* (2001), mas as mudas do experimento não apresentaram nenhum sintoma de deficiência de N. Trabalhos em condições semelhantes tiveram resultados parecidos (FONSECA, 2013; AVELAR, 2016). Já os teores de N na parte aérea das mudas do AEC 2233 inoculadas com todos isolados e crescidas do substrato adubado com de 2mg de P por planta novamente foi favorável ao acúmulo de N na MSPA, sendo que obteve uma média de até 1,3 vezes maior em relação às demais adubações com P e 44% maior em relação ao Comercial, assim verifica-se que o tipo de adubo utilizado pode ter exercido papel fundamental para esse resultado. Há relatos do efeito benéfico da adubação fosfatada sobre a absorção de N, o que pode ter ocorrido no presente trabalho, lembrando que na quantidade de 2 mg de P, também foi fornecido o dobro de N de liberação lenta em relação às demais adubações com P. A concentração de N em todas as partes da planta dos tratamentos fertilizados com N e P foi maior do que os tratamentos fertilizados somente com N (GRACIANO *et al.*, 2006).

O manto fúngico de *Pisolithus tinctorius* e *Suillus bovinus* não é completamente impermeável aos nutrientes na forma iônica, mas parece que em condições normais do solo a planta e fungo competem por nutrientes, o movimento passivo de nutriente através do manto de FEM é restringido, e boa parte da absorção das raízes ectomicorrizadas fica sob controle do fungo (BÜCKING *et al.*, 2002).

Os teores de potássio na MSPA das mudas inoculadas do AEC 2034 não aumentaram em relação ao Controle e Comercial, no entanto ficaram dentro do recomendado na literatura que é entre 12 e 20 mg de K por muda até os 100 dias (SILVEIRA *et al.*, 2001). Já o teor de K na MSPA do AEC 2233 aumentou com inoculação em relação ao Comercial em até 39% com a inoculação do D216 e no menor nível de adubação. Esses resultados diferem dos encontrados por outros autores em que o teor de K não foi influenciado pela inoculação (GOMES, 2016).

Os teores de Ca na MSPA aumentaram com a inoculação nas mudas de ambos os clones, mas ficaram abaixo do recomendado (8 a 12 g Kg<sup>-1</sup>) (SILVEIRA *et al.*, 2001). Em outros trabalhos houve influência da inoculação, mas os teores de Ca não diferiram das mudas do Controle e Comercial (COSTA, 2014). Não houve efeito da inoculação com isolados de *Pisolithus* sp. sobre os teores de Ca na MSPA de mudas de clones de eucalipto em viveiro Comercial (Plantar S.A), e ficaram abaixo do recomendado na literatura (GOMES, 2016).

Não há muitos relatos do aumento nos teores de K e Ca na MSPA promovido por FEM na literatura, mas há trabalhos em que a colonização de raízes das plantas por fungos arbusculares aumentou a absorção de K (MARSCHNER e DELL, 1994). O teor de Zn

aumentou com a inoculação em relação ao Comercial apenas na MSPA das mudas do AEC 2034, mas para os dois clones os teores ficaram dentro do recomendado. Já o teor de Mn na MSPA das mudas inoculadas reduziu em relação ao Controle, mas ficou dentro do recomendável (Zn: 30-40 mg Kg<sup>-1</sup> Mn: 300-500 mg Kg<sup>-1</sup>) (SILVEIRA *et al.*, 2001). É sabido que os FEM podem aumentar a tolerância a metais pesados, portanto a maioria dos trabalhos enfatiza o fato da inoculação fúngica reduzir a absorção de Zn e Mn em condições de excesso destes elementos no solo (MARSCHNER e DELL, 1994). O que pode ter ocorrido neste experimento quando inoculou as mudas com os isolados e foram crescidas no substrato adubado com 1 mg de P por planta.

## 6 CONCLUSÕES

As doses e fontes de fertilizantes fosfatados de liberação lenta influenciam a colonização, sobrevivência, crescimento e nutrição de mudas clonais de eucalipto inoculadas com isolados de *Pisolithus* sp..

Os efeitos das doses e das fontes de fertilizantes fosfatados sobre a simbiose são dependentes do isolado fúngico e do clone de eucalipto.

A dose 2 mg de P por planta fornecida pelo N19-P06-K10 de liberação lenta permite a obtenção de maiores benefícios da inoculação de *Pisolithus* sp. nos dois clones.

Os isolados D17 e D5 de *Pisolithus* sp. são mais indicados para inoculação de mudas clonais de eucalipto em viveiro comercial.

O clone 2034 é o mais responsivo a inoculação por fungos ectomicorrízicos obtendo maiores benefícios.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELEKE, R. A.; CLOETE, T. E.; BERTRAND, A.; KHASA, D. P. Mobilisation of potassium and phosphorus from iron ore by ectomycorrhizal fungi. **World Journal of Microbiology Biotechnology**, v. 26, p. 1901-13, 2010.

ALVES, L.; OLIVEIRA, V. L.; SILVA FILHO, G. N. Utilization of rocks and ectomycorrhizal fungi to promote growth of eucalypt. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 41, n. 3, p. 676-684, 2010.

AVELAR, D. C. S. **Doses de inoculante ectomicorrízico em viveiro comercial de mudas clonais de eucalipto**. 2016, 57p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

BARROS, N. F.; BRANDI, R. M.; REIS, M. S. Micorriza em eucalipto. **Árvore**, v. 2, p. 130-140, 1978.

BERGER, R.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; HASEILEN, C. R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, v. 12, p. 75-87, 2002.

BOLAN, N. S. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. **Plant and soil**, v. 134, n. 2, p. 189-207, 1991.

BOUGHER, N. L.; GROVE, T. S.; MALAJCZUK, N. Growth and phosphorus acquisition of karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) seedlings inoculated with ectomycorrhizal fungi in relation to phosphorus supply. **New Phytologist**, v. 114, n. 1, p. 77-85, 1990.

BOWEN, G. D. The ecology of ectomycorrhiza formation and functioning. **Plant and Soil** v. 159, p. 61-67, 1994.

BRASIL. Instrução Normativa nº 46 de 12/09/2006. (Aprova os **Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos**, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa). Diário Oficial da União, nº 177 de 14/09/2006.

BRUNDRETT, M.; BOUGHER, N.; DELL, B.; GROVE, T.; MALAJCZUK, N. **Working with mycorrhizas in forestry and agriculture**, Camberra: ACIAR, p. 374, 1996.

BRUNDRETT, M. C. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. **New Phytologist**, v. 154, p. 275-304, 2002.

BÜCKING, H.; KUHN, A. J.; SCHRÖDER, W. H.; HEYSER, W. The fungal sheath of ectomycorrhizal pine roots: an apoplastic barrier for the entry of calcium, magnesium, and potassium into the root cortex? **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 374, p. 1659-1669, 2002.

BURGESS, T.; DELL, B.; MALAJCZUK, N. Variation in mycorrhizal development and growth stimulation by 20 *Pisolithus* isolates inoculated on to *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **New Phytologist**, v. 127, n. 4, p. 731-739, 1994.

CAIRNEY, J. W. G. e CHAMBERS, S. M. Interactions between *Pisolithus tinctorius* and its hosts: a review of current knowledge. **Mycorrhiza**, Springer v. 7, p. 117-131, 1997.

CAIRNEY, J. W. G. e SMITH, S. E. Influence of intracellular phosphorus concentration on phosphate absorption by the ectomycorrhizal basidiomycete *Pisolithus tinctorius*. **Mycological Research**, v. 96, n. 8, p. 673-676, 1992.

CHEN, Y. L.; DELL, B.; MALAJCZUK, N. Effect of Scleroderma spore density and age on mycorrhiza formation and growth of containerized *Eucalyptus globulus* and *E. urophylla* seedlings. **New Forests**, Dordrecht, v. 31, n. 3. p. 453-467, 2006.

CORDELL, D. e MARX, D. H. National *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae nursery evaluation. **Mycorrhizae + tree seedlings = increased southern timber production**. Southern Lumberman, v. 234, p. 11-12, 1977.

COSTA, L. S. **Eficiência de fungos ectomicorrízicos no crescimento do eucalipto a partir de mudas clonais**. 2014, 59p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2014.

COSTA, L. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; GRAZZIOTTI, D. C. F. S.; SILVA, A. C.; ROSSI, M. J.; SILVA, E. B.; COSTA, V. H. D.; GOMES, Â. L. F. In vitro evaluation of eucalyptus ectomycorrhizae on substrate with phosphorus doses for fungal pre-selection. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 127-136, 2015.

CAMPOS, D. T. S.; SILVA, M. D. C. S.; LUZ, J. M. R.; TELESFORA, R. J.; KASUYA, M. C. M. Colonização micorrízica em plantios de eucalipto. Colonização micorrízica em plantios de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 965-974, 2011.

DIGHTON, J. e MASON, P. A. Mycorrhizal dynamics during forest tree development. In: MOORE, D. *et al.* **Developmental Biology of Higher Fungi**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 177-139, 1985.

DI PIETRO, M.; CHURIN, J. L.; GARBAYE, J. Differential ability of ectomycorrhizas to survive drying. **Mycorrhiza**, v. 17, p. 547-550, 2007.

EATON, G. K. e AYRES, M. P. Plasticity and constraint in growth and protein mineralization of ectomycorrhizal fungi under simulated nitrogen deposition. **Mycologia**, New York, v. 94, p. 921-932, 2002.

ELTROP, L. e MARSCHNER, H. Growth and mineral nutrition of nonmycorrhizal and mycorrhizal Norway spruce (*Picea abies*) seedlings grown in semi-hydroponic sand culture. **New Phytologist**, v. 133, p. 469-478, 1996.

FERNANDES, M. F.; RUIZ, H. A.; NEVES, J. C. L.; MUCHOVEJ, R. M. C. Growth and phosphorus uptake by *Eucalyptus grandis* seedlings associated to mycorrhizal fungi in different phosphorus rates and soil water potentials. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 3, p. 617-625, 1999.

FINLAY, R. D.; Ek, H.; ODHAM, G.; SÖDERSTRÖM, B. Mycelial uptake, translocation and assimilation of nitrogen from <sup>15</sup>N-labelled ammonium by *Pinus sylvestris* plants infected with four different ectomycorrhizal fungi. **New Phytologist**, v. 110, n. 1, p. 59-66, 1988.

FINLAY, R. D. Mycorrhizal fungi and their multifunctional roles. **Mycologist**, v. 18, part. 2, 2004.

FONSECA, A. J. **Seleção de isolados de *Pisolithus* para mudas clonais de eucalipto em viveiro comercial**. 2013, 101p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

FONSECA, S. M.; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa, 200 p. 2010.

GANDINI, A. M.; GRAZZIOTTI, P. H.; ROSSI, M. J.; GRAZZIOTTI, D. C. F. S.; GANDINI, E. M. M.; SILVA, E. D. B.; RAGONEZI, C. Growth and Nutrition of Eucalypt Rooted Cuttings Promoted by Ectomycorrhizal Fungi in Commercial Nurseries. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1554-1565, 2015.

GARBAYE, J. Premiers resultats de recherche sur la competitivite des champignons ectomycorhiziens. **Plant and Soil** v. 71, p. 303-308, 1983.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G.; FONSECA, E. P. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em “WinStrip”. **Árvore**, v. 15, n. 1, p. 35-42, 1991.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Árvore**, v. 26, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização com NPK. **Árvore**, v. 27, p. 113-127, 2003.

GOMES Â. L. F. **Seleção de fungos ectomicorrízicos em viveiro comercial de mudas de eucalipto**. 35p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

GRANT, C.; BITTMAN, S.; MONTREAL, M.; PLENCHETTE, C.; MOREL, C. Soil and fertilizer phosphorus: Effects on plant P supply and mycorrhizal development. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 85, n. 1, p. 3-14, 2005.

HARLEY, J. L.; MCCREADY, C. C.; BRIERLEY J. K. The uptake of phosphate by excised mycorrhizal roots of the beech VIII. Translocation of phosphorus in mycorrhizal roots. **New Phytologist**, v. 52, n. 2, p. 124-148, 1957.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; SKRUMSAGER MOLLER, I.; WHITE, P. Functions of macronutrients. In: **Marschers's Mineral Nutrition of Higher Plants**. Elsevier Science, 2012.

HEINRICH, P. A.; MULLIGAN, D. R.; PATRICK, J. W. The effect of ectomycorrhizas on the phosphorus and dry weight acquisition of *Eucalyptus* seedlings. **Plant and Soil**, v. 109, p. 147-149, 1988.

HERRMANN, S.; OELMÜLLER, R.; BUSCOT, F. Manipulation of the onset of ectomycorrhiza formation by indole-3-acetic acid, activated charcoal or relative humidity in the association between oak microcuttings and *Piloderma croceum*: influence on plant development and photosynthesis. **Journal of Plant Physiology**, v. 161 p. 509–517, 2004.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONCALVES, A. N.; GONÇALVES, J. Monitoramento nutricional e fertilização em macro, mini e microjardim clonal de *Eucalyptus*. **Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, IPEF**, p. 192-215, 2000.

HOBBIE, E. A. e AGERER, R. Nitrogen isotopes in ectomycorrhizal sporocarps correspond to belowground exploration types. **Plant Soil**, v. 327, p. 71-83, 2010.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). Relatório 2015: ano base 2014. Brasília: IBÁ, 60 p. 2015.

KASUYA, M. C.; COELHO, I. S.; CAMPOS, D. T. S.; ARAUJO, E. F.; TAMAES, Y.; MIYAMOTO, T. Morphological and molecular characterization of *Pisolithus* in soil under eucalyptus plantations in Brazil. **Revista Brasileira Ciências Solo**, v.34, p.1891-1898, 2010.

KÖPPEN, W. Klassifikation der Klimate nach temperatur, niederschlag und jahreslauf. **Petermanns Geographische Mitteilungen**, v. 64, p. 193-203, 1918.

KUEK, C.; TOMMERUP, I.; MALAJCZUK, N. Hydrogel bead inocula for the production of ectomycorrhizal eucalyptus for plantations. **Mycological Research**, Cambridge, v. 96, p. 273-277, 1992.

KRÜGNER, T. L. e TOMAZELLO FILHO, M. 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, 1980.

LAST, F. T.; PELHAM, J.; MASON, P. A.; INGLEBY, K. Influence of leaves on sporophore production by fungi forming sheathing mycorrhizas with *Betula* spp. **Nature** **280**, p. 168-169, 1979.

LAST, F. T.; MASON, P. A.; PELHAM, J.; INGLEBY, K. Fruitbody production by sheathing mycorrhizal fungi: effects of 'host' genotypes and propagating soils. **Forest ecology and management**, v. 9, n. 3, p. 221-227, 1984.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; SIQUEIRA, L. D.; FERREIRA, E. M., LEITE, H. G.; CAVALLAZZI, J. R. P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 947-953, 2005.

MALAJCZUK, N.; MOLINA, R.; TRAPPE, J. M. Ectomycorrhiza formation in *Eucalyptus*. **New Phytologist**, v. 91, n. 3, p. 467-482, 1982.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba: **POTAFOS**, 319 p. 1997.

MARSCHNER, H. e DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. **Plant and soil**, v. 159, n. 1, p. 89-102, 1994.

MARSCHNER, H; KIRKBY, E. A.; CAKMAK, I. Effect of mineral nutritional status on shoot-root partitioning of photoassimilates and cycling of mineral nutrients. **Journal of experimental botany**, v. 47, p. 255-263, 1996.

MARSCHNER, P. Marschner's mineral nutrition of higher plants. 3 ed. London, Academic Press. 651 p. 2012.

MARX, D. H. Tree host range and world distribution of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius*. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 23, n. 3, p. 217-223, 1977.

MARX, D. H. Ectomycorrhizal fungus inoculation: a tool for improving forest practices. In: MIKOLA, P. **Ectomycorrhiza Research**, Oxford: Clarendon Press, p. 13-71, 1980.

MARX, D. H. e CORDELL, C. E. The use of specific ectomycorrhizas to improve artificial forestation practices. In: WHIPPS, J.M.; LUMSDEN, R.D. **Biotechnology of fungi for improving plant growth**. New York: Cambridge University Press, p. 1-25, 1989.

MARX, D. H.; RUEHLE, J. L.; CORDELL, C. E. 17 Methods for Studying Nursery and Field Response of Trees to Specific Ectomycorrhiza. **Methods in microbiology**, v. 23, p. 383-411, 1991.

MASON, P. A.; INGLEBY, K.; MUNRO, R. C.; WILSON, J.; IBRAHIM, K. The effect of reduced phosphorus concentration on mycorrhizal development and growth of *Eucalyptus globulus* seedlings inoculated with 10 different fungi. **Forest ecology and management**, v. 128, n. 3, p. 249-258, 2000.

MASON, P. A. INGLEBY, K., MUNRO, R. C., WILSON, J.; IBRAHIM, K. Interactions of nitrogen and phosphorus on mycorrhizal development and shoot growth of *Eucalyptus globulus* (Labill) seedlings inoculated with two different ectomycorrhizal fungi. **Forest ecology and management**, v. 128, n. 3, p. 259-268, 2000.

MELLO, A. H.; ANTONIOLLI, Z. I.; KAMINSKI, J.; SOUZA, E. L.; OLIVEIRA, V. L. Fungos arbusculares e ectomicorrízicos em áreas de eucalipto e de campo nativo em solo arenoso. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 293-301, 2006.

MIKOLA, P. The role of ectomycorrhiza in forest nurseries. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 28, n. 1, p. 343-350, 1990.

MORA, A. L. e GARCIA, C. H. **A cultura do Eucalipto no Brasil**. São Paulo – SP, 112 p. 2000.

MOSSE, B.; STRIBLEY, D.P.; Le TACON, F. Ecology of mycorrhizae and mycorrhizal fungi. In: ALEXANDER, M. **Advance in Microbial Ecology**. New York, Plenum Press, p. 137-210, 1981.

PAIRUNAN, A. K.; ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K. The effectiveness of vesicular arbuscular mycorrhizas in increasing growth and phosphorus uptake of subterranean clover from phosphorus sources of different solubilities. **New Phytologist**, v. 84, n. 2, p. 327-338, 1980.

PERRIN, R. Interactions between mycorrhizae and diseases caused by soil-borne fungi. **Soil Use and Management**, v. 6, n. 4, p. 189-194, 1990.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. 1991.

RITCHIE, G. A. e DUNLAP, J. R. Root growth potential: its development and expression in forest tree seedlings. **New Zealand Journal of Forestry Science**, 1980.

ROSSI, M. J.; FURIGO, A. J.; OLIVEIRA, V. L. Inoculant production of ectomycorrhizal fungi by solid and submerged fermentations. **Food Technology Biotechnology**, Zagreb, v. 45, n. 3, p. 277-286, 2007.

SAWYER, N. A.; CHAMBERS, S. M.; CAIRNEY, J. W. G. Utilisation of inorganic and organic phosphorus sources by isolates of *Amanita muscaria* and *Amanita species* native to temperate eastern Australia. **Australian Journal of Botany**, v. 51, p. 151-158, 2003.

SMITH, S. E. e READ, D. J. Phosphorus and base cation nutrition, heavy metal accumulation and water relations of ectomycorrhizal plants, Pages 349-385 : In: Mycorrhizal symbiosis. **Mycorrhizal Symbiosis** (Third Edition), ISBN: 978-0-12-370526-6. Academic press, 787 p. 2008.

SMITH, S. E. e READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. London: Academic, 605 p. 1996.

SMITH, S. E. e READ, D. J. Structure and development of ectomycorrhizal roots. In: Mycorrhizal symbiosis. **Mycorrhizal Symbiosis** (Third Edition), ISBN: 978-0-12-370526-6. Academic press, 787 p. 2008.

SOARES, I.; BORGES, A. C.; BARROS, N. F.; BELLEI, M .M. Níveis de fósforo na formação de ectomicorrizas em mudas de eucalipto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 327-332, 1990.

SOUZA, L. A. B.; SILVA FILHO, G. N.; OLIVEIRA, V. L. Eficiência de fungos ectomicorrízicos na absorção de fósforo e na promoção do crescimento de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 349-355, 2004.

SOUZA, L. A.; BONNASSIS, P. A. P. SILVA FILHO, G. N.; OLIVEIRA, V. L. New isolates of ectomycorrhizal fungi and the growth of eucalypt. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 43, n. 2, p. 235-241, 2008.

SOUZA, E. L.; ANTONIOLLI, Z. I.; MACHADO, R. G.; ECKHARDT, D. P.; DAHMER, S. F. B.; SCHIRMER, G. K. Efeito da inoculação com isolados de fungos ectomicorrízicos sobre o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis hill ex maiden*. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 251-261, 2012.

TAYLOR, A. F. S. e ALEXANDER, I. The ectomycorrhizal symbiosis: life in the real world. **Mycologist**, v. 19, Part 3, 2005.

THEODOROU, C. Effect of mineral nutrition on the germination of basidiospores of *Rhizopogon luteolus* in the rhizosphere of *Pinus radiata*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, n. 6, p. 647-649, 1993.

THOMSON, B. D.; GROVE, T. S; MALAJCZUK, N.; HARDY, G. E. StJ. The effect of soil pH on the ability of ectomycorrhizal fungi to increase the growth of *Eucalyptus globulus* Labill. **Plant and Soil** v. 178. p. 209-214, 1996.

TRAPPE, J. M. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries. **Annual Review of Phytopathology**, v.5, p.203-222, 1977.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 272 p. 2009.

## 8 ANEXO

Tabela 1. Quadrado médio e sua significância, obtidos na análise de variância dos dados coletados nas avaliações de sobrevivência, diâmetro, altura, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes, (MSR) e razão MSR/MSPA, teores e conteúdo de nutrientes das mudas clonais de híbridos de eucalipto AEC 2034 em viveiro comercial.

Variáveis	Erro	Isolados (I)	D (doses)	I x D	Test.x Fatorial	CV, %
-----65 dias-----						
Sobrevivência	13,05	36*	32 <sup>ns</sup>	33**	0,31 <sup>ns</sup>	3,7
Diâmetro	0,02	0,02 <sup>ns</sup>	0,11**	1,35 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	5,8
Altura	2,04	5,4**	27,5**	2,7**	12,7*	7,2
-----95 dias-----						
Sobrevivência	18,24	30 <sup>ns</sup>	12**	52**	125,08*	4,5
Diâmetro	0,03	0,15**	0,05**	0,14**	1,44 <sup>ns</sup>	5,3
Altura	3,73	15**	50,6**	17,3**	55,60**	6,7
MSPA	0,03	0,14**	0,23**	0,13**	0,43**	10,7
MSR	0,02	0,11**	0,10**	0,07**	0,03 <sup>ns</sup>	13,4
R/PA	0,01	0,0 <sup>ns</sup>	0,07**	0,02**	0,02 <sup>ns</sup>	14,0
Colonização	34,45	1701,96**	545,75**	264,81**	4603,34**	9,28
<b>Teores</b>						
Fósforo	0,02	0,02	0,11**	0,03*	0,05 <sup>ns</sup>	15,5
Nitrogênio	1,41	2,9 <sup>ns</sup>	16,42**	3,4**	10**	11,6
Potássio	5,85	14,6*	11,8 <sup>ns</sup>	10,3 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>	17,4
Calcio	0,78	1,14 <sup>ns</sup>	65,2**	9,4**	4,54**	24,8
Zinco	55,8	41,9 <sup>ns</sup>	687**	104*	813*	20,1
Ferro	402	116 <sup>ns</sup>	3173 <sup>ns</sup>	362 <sup>ns</sup>	468 <sup>ns</sup>	30
Manganês	3920	4509 <sup>ns</sup>	88137**	13407**	182 <sup>ns</sup>	18,1
<b>Conteúdo</b>						
Fósforo	0,06	0,06 <sup>ns</sup>	0,67**	0,10 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	19,3
Nitrogênio	8,05	4,36 <sup>ns</sup>	66,60**	23,26**	0,11 <sup>ns</sup>	15,7
Potássio	22,84	14,2 <sup>ns</sup>	8,11 <sup>ns</sup>	62,99*	49,95 <sup>ns</sup>	19,8
Cálcio	0,13	0,54**	8,06**	1,11**	0,34 <sup>ns</sup>	20,7
Zinco	198,6	266,6 <sup>ns</sup>	2881,4**	326,5 <sup>ns</sup>	920,4*	24,2
Ferro	1588	1886 <sup>ns</sup>	9859**	2572 <sup>ns</sup>	10 <sup>ns</sup>	35
Manganês	14260	49442**	327728**	44037*	37338 <sup>ns</sup>	21,2

\* = significativo a 5%.

\*\* = significativo a 1%.

<sup>ns</sup> = não significativo

Tabela 2. Quadrado médio e sua significância, obtidos na análise de variância dos dados coletados nas avaliações de sobrevivência, diâmetro, altura, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes, (MSR) e razão MSR/MSPA, teores e conteúdos de nutrientes das mudas clonais de híbridos de eucalipto AEC 2233 em viveiro comercial.

Variáveis	Erro	Isolados (I)	D (doses)	I x D	Test.x Fatorial	CV, %
-----65 dias-----						
Sobrevivência	57,64	303**	1634**	144**	93,81 <sup>ns</sup>	8,3
Diâmetro	0,03	0,10*	0,16**	0,05 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	7,7
Altura	1,90	13,07**	95,35**	5,88**	57,97**	7,2
-----95 dias-----						
Sobrevivência	77,8	131,4 <sup>ns</sup>	1168,50**	159,94*	67,43	9,9
Diâmetro	0,03	0,33**	0,14**	0,07*	0,00	6,1
Altura	1,90	93,74**	95,35**	36,33**	47,46**	6,8
MSPA	0,03	0,25**	0,29**	0,08**	0,72**	9,95
MSR	0,01	0,05**	0,02	0,04**	0,02	12,9
R/PA	0,00	0,01*	0,01**	0,01**	0,03**	10,0
Colonização	32,28	1865,96**	350,09**	157,76**	6004,33**	9,12
<b>Teores</b>						
Fósforo	0,03	0,04 <sup>ns</sup>	0,22**	0,07**	0,13*	20,8
Nitrogênio	1,88	2,91**	16,4**	3,4**	10,5**	11,6
Potássio	5,11	7,24 <sup>ns</sup>	199,7**	16,1**	24,2*	17,2
Calcio	0,50	0,62 <sup>ns</sup>	5,3**	2,3**	0,48 <sup>ns</sup>	27,2
Zinco	87,8	41,92 <sup>ns</sup>	687,6**	104,0*	813,39 <sup>ns</sup>	20,7
Ferro	198	7,54 <sup>ns</sup>	1196**	225 <sup>ns</sup>	441 <sup>ns</sup>	31,9
Manganês	5669	4509 <sup>ns</sup>	88137**	13407*	182,41 <sup>ns</sup>	18,1
<b>Conteúdo</b>						
Fósforo	0,09	0,45**	0,34*	0,10 <sup>ns</sup>	1,79**	22,6
Nitrogênio	6,31	4,36 <sup>ns</sup>	66,6**	23,2*	0,11 <sup>ns</sup>	15,7
Potássio	17,2	29,35 <sup>ns</sup>	330**	33,89*	1,98 <sup>ns</sup>	19,8
Cálcio	0,05	0,60**	0,15*	0,63**	0,13 <sup>ns</sup>	20,7
Zinco	218,5	513 <sup>ns</sup>	383 <sup>ns</sup>	484*	869*	24,2
Ferro	198	707 <sup>ns</sup>	1557*	534 <sup>ns</sup>	6617**	31,9
Manganês	17191	70339**	124968**	31356 <sup>ns</sup>	123957**	23,6

\* = significativo a 5%.

\*\* = significativo a 1%.

<sup>ns</sup> = não significativo

Tabela 3. Sobrevivência, altura e diâmetro, aos 65 dias, das mudas de clones do AEC 2034 híbrido de cruzamento de (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*) x *Eucalyptus urophylla* e AEC - 2233 híbrido do cruzamento de *Eucalyptus urophylla* x (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*) inoculadas ou não com isolados de *Pisolithus sp.* e crescidas em substrato com diferentes fertilizantes e doses de P em viveiro comercial.

Isolados	Clone AEC 2034					Média	Clone AEC 2233					Média
	P por tubete, mg						P por tubete, mg					
	1	2	2,3	6	36		1	2	2,3	6	36	
-----Sobrevivência, %-----												
Comercial	97						86					
Controle	100 aA	96 bB	96 bB	97 aB		97	81 bB	94 aA	73 bC	76 bC		78
D17	94 bB	98 abA	97 abA	96 aAB		96	91 aA	93 aA	74 bB	73 bB		83
D216	98 aA	93 cB	95 bB	97 aA		96	90 aA	87 bAB	85 aB	83 aB		87
D5	100 aA	99 aA	99 aA	96 aB		98	92 aA	89 aA	69 bcC	82 aB		82
D95	97 bA	98 abA	96 bA	90 bB		95	89 aA	81 cB	65 cC	83 aB		81
Média	98	96	97	95	97		88	88	73	79	86	
-----Altura, cm-----												
Comercial	21						21					
Controle	20,3	22,2	19,4	19,9		20,5a	18,4 bB	20,6bA	17,5aBC	17,3bc		18,4
D17	19,8	21,7	18,1	18,8		19,6a	19,5aB	21,7aA	15,8bD	17,1bcC		18,5
D216	19,1	20,1	18,6	19,6		19,3a	18,6 bB	20,1bA	16,7abC	16,1cC		17,9
D5	20,5	20,4	18,5	18,0		19,4a	17,9 bB	19,0cA	13,8cD	16,0 cC		16,7
D95	19,1	20,4	19,1	19,7		19,6a	17,5 bB	18,7cA	15,7bC	18,7aA		17,6
Média	19,7B	20,9A	18,7C	19,2BC			18,3	20,0	15,8	17,0		
-----Diâmetro do coleto, mm-----												
Comercial	2,44						2,45					
Controle	2,48	2,46	2,42	2,23		2,40	2,47	2,44	2,55	2,26		2,43*a
D17	2,42	2,38	2,36	2,30		2,36	2,37	2,41	2,26	2,28		2,33*ab
D216	2,40	2,42	2,25	2,32		2,35	2,43	2,38	2,23	2,09		2,28*b
D5	2,54	2,44	2,28	2,39		2,41	2,45	2,44	2,44	2,34		2,42*a
D95	2,33	2,41	2,28	2,37		2,35	2,27	2,50	2,42	2,37		2,39*ab
Média	2,4A*	2,42A*	2,32B*	2,32B*	2,44	2,40A*	2,43A*	2,38AB*	2,27B*	2,45		2,4A*

1/ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram pelo teste de Tukey a 5%.

2/ Médias seguidas de \* diferem do tratamento adicional Comercial pelo teste de Dunnett a 5%.