



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

VANESSA FOGAÇA DE FREITAS

**EFEITO DA ADUBAÇÃO E MICRORGANISMOS
PROMOTORES DE CRESCIMENTO NO
DESENVOLVIMENTO DE *Schizolobium parahyba***

Londrina
2015

VANESSA FOGAÇA DE FREITAS

**EFEITO DA ADUBAÇÃO E MICRORGANISMOS
PROMOTORES DE CRESCIMENTO NO
DESENVOLVIMENTO DE *Schizolobium parahyba***

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Microbiologia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Microbiologia.

Orientador: Prof. Dr. Galdino Andrade Filho

Londrina
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

F866e Freitas, Vanessa Fogaça de.

Efeito da adubação e microorganismos promotores de crescimento no desenvolvimento de *Schizolobium parahyba* / Vanessa Fogaça de Freitas. – Londrina, 2015.
79 f. : il.

Orientador: Galdino Andrade Filho.

Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Fungos micorrízicos – Teses. 2. Micorriza vesículo-arbuscular – Teses. 3. Adubação – Teses. 4. Microorganismos do solo – Teses. 5. Florestas tropicais – Teses. I. Andrade Filho, Galdino. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia. III. Título.

CDU 631.461

VANESSA FOGAÇA DE FREITAS

**EFEITO DA ADUBAÇÃO E MICRORGANISMOS PROMOTORES DE
CRESCIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE *Schizolobium parahyba***

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Microbiologia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Microbiologia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Galdino Andrade Filho
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dr. Alex Carneiro Leal Componente da Banca
Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR

Prof. Dr. Waldemar Zangaro Filho Componente da
Banca
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 20 de março de 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades e por me orientar em todos os momentos da minha vida, sendo minha fortaleza e meu guia.

Aos meus pais, Geraldo e Rosalina, pelo incentivo e apoio educacional que foi fundamental para a minha formação, por todo amor, compreensão, oração, e dedicação que tiveram comigo ao longo deste período e do meu crescimento.

Aos meus irmãos, Valdinei e Vanusa, por também terem contribuído na minha educação e por sempre me motivarem a alcançar os meus objetivos. Ao meu cunhado Lupércio e minha cunhada Luciene, por todo carinho e apoio dedicado. E aos meus sobrinhos, Julia, Rafaela, Matheus e Mayara, por todo carinho e por alegrarem ainda mais os meus dias com suas travessuras.

Ao meu esposo Maicon por todo amor, companheirismo, atenção e paciência em todos os momentos que foram fundamentais para esta conquista.

A minha segunda família, Gilmar, Joana, Marlon, Lúcia e Vó Luiza (in memoriam) pelo carinho e incentivo.

Ao orientador, prof. Dr. Galdino Andrade, pela oportunidade de fazer parte de sua equipe, experiência que contribuiu muito para o meu crescimento profissional e pessoal, e por toda orientação, paciência e compreensão no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Alex Carneiro Leal pelo apoio, orientação e avaliação em todas as etapas deste trabalho, contribuindo principalmente com a instalação e toda a condução do experimento.

Aos prof. Dr. Waldemar Zangaro pela disposição para a avaliação deste trabalho e as sugestões que contribuíram ao seu enriquecimento.

Ao prof. Dr. Admilton Gonçalves de Oliveira, por todo ensinamento e incentivo.

A todos os meus amigos e companheiros do Laboratório de Ecologia Microbiana (LEM): Ane, Carol Polano, Bárbara, Deise, Miguel, Marta, Carol Martins, Glenda, Marcelo, André, Igor, Alan, Carol Santos, Tathiane e Renata por todos os momentos bons que passamos juntos, sejam eles de lazer, aprendizado e trabalho.

A minha amiga e doutora do LEM Viviana, pelos ensinamentos,

orientações e incentivos que foram fundamentais para o um bom desempenho deste trabalho.

Aos demais alunos e amigos que fizeram parte do LEM: Priscila, Flávia, Luana, Jamile, Cleverson, Yuri, Lara, Laura e aos colegas do Laboratório de Micorrizas, Artur e Enio Massao que direta ou indiretamente, contribuíram na execução do experimento.

Ao técnico João Gonçalves e servidores do IAPAR que me ajudaram com a execução e instalação do experimento.

Aos professores do Departamento de Microbiologia, pelo apoio e orientação.

Aos colegas de turma 2013 do Mestrado em Microbiologia pelos momentos de alegria e estudos compartilhados.

FREITAS, Vanessa Fogaça de. **Efeito da adubação e microrganismos promotores de crescimento no desenvolvimento de *Schizolobium parahyba***. 2015. 79 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

RESUMO

A espécie *Schizolobium parahyba* da família Leguminosae contém duas variedades, *Schizolobium parahyba* var. *parahyba*, popularmente conhecida como guapuruvu, endêmica da Mata Atlântica e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, mais conhecida como paricá, endêmica da Amazônia. Por apresentarem um rápido crescimento, entre outras características, estas variedades tornam-se aptas para a produção de madeira e para o reflorestamento de áreas degradadas. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação e de microrganismos promotores de crescimento, *Rhizobium* sp. e *Rhizophagus clarus*, no desenvolvimento do paricá e do guapuruvu. Os experimentos foram conduzidos em campo em duas áreas da estação experimental do IAPAR do município de Xambê, Paraná, Brasil. O delineamento experimental para ambas as áreas foi de blocos completos casualizados com cinco repetições e oito tratamentos: Controle; *Rhizobium*; *R. clarus*; Adubo; *Rhizobium* + Adubo; *Rhizobium* + *R. clarus*; *R. clarus* + Adubo; *Rhizobium* + *R. clarus* + Adubo. Na área de estudo do guapuruvu foram amostradas 6 árvores por parcela e no experimento com o paricá 10 árvores por parcela. Para a produção dos tratamentos foram utilizados

10 gramas de inóculo bruto do fungo micorrízico arbuscular *R. clarus*, 1 mL de suspensão de células ($3,3 \times 10^7$ UFC/mL) da bactéria *Rhizobium* sp. e 130 g de adubo químico NPK 20-05-20 por cova. A altura total das plantas foi avaliada 37, 110, 250 e 360 dias após o plantio e o diâmetro do colo em 250 e 360 dias, a sobrevivência e análise foliar aos 360 dias. As médias dos tratamentos foram analisadas pela ANOVA e comparadas pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). Em todos os períodos avaliados ambas as variedades de *S. parahyba* apresentaram um efeito positivo em altura, diâmetro e sobrevivência para os tratamentos adubados. Com relação à análise foliar não houve diferença significativa na quantidade de nitrogênio e fósforo entre os tratamentos. Para o guapuruvu os tratamentos com fungo MA e fungo MA + *Rhizobium* sp. proporcionaram uma porcentagem de sobrevivência inferior ao controle, sugerindo que essa diminuição na sobrevivência pode ter ocorrido por haver crescimento de gramínea nas áreas experimentais, uma vez que, a competição com gramínea pode influenciar na interação entre os fungos MA e as espécies arbóreas iniciais causando depressão na espécie arbórea, o que intensifica os efeitos negativos da competição no solo. Estes resultados demonstram que o adubo favoreceu o desenvolvimento das duas variedades de *S. parahyba* e que a inoculação com microrganismos promotores de crescimento mostra-se pouco eficiente quando cultivada em área com gramínea.

Palavras-chave: Arbórea tropical. Guapuruvu. Paricá. *Rhizophagus clarus*. *Rhizobium* sp. Sobrevivência.

FREITAS, Vanessa Fogaça de. **Efeito da adubação e microrganismos promotores de crescimento no desenvolvimento de *Schizolobium parahyba***. 2015. 79 p. Dissertation (Master's Degree in Microbiology) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

ABSTRACT

The *Schizolobium parahyba* species from Leguminosae family contains two varieties, *Schizolobium parahyba* var. *parahyba*, popularly known as guapuruvu, endemic to the Atlantic forest and *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, better known as paricá, endemic to the Amazon. By presenting a rapid growth, among other features, these varieties become suitable for timber production and reforestation of degraded areas. Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of fertilization and microorganisms growth promoters, *Rhizobium* sp. and *Rhizophagus clarus* in the development of paricá and guapuruvu. The experiments were conducted in the field in two areas of the experimental station of IAPAR in Xambrê city, Paraná, Brazil. The experimental design for both areas was a randomized complete block with five replications and eight treatments: Control; *Rhizobium*; *R. clarus*; Fertilizer; *Rhizobium* + Fertilizer; *Rhizobium* + *R. clarus*; *R. clarus* + Fertilizer; *Rhizobium* + *R. clarus* + Fertilizer. In the guapuruvu study area were sampled 6 trees per plot and experiment with paricá 10 trees per plot. For the production of the treatments were used 10 grams of crude inoculum arbuscular mycorrhizal fungus *R. Clarus*, 1 ml of cell suspension (3.3×10^7 CFU / mL) of bacteria *Rhizobium* sp. and 130 g of chemical fertilizer NPK 05/20/20 per hole. The total height of the plants was evaluated 37, 110, 250 and 360 days after planting and the stem diameter at 250 and 360 days, survival and foliar analysis at 360 days. The treatment means were analyzed by ANOVA and compared by Duncan test ($p < 0.05$). In all periods evaluated, both varieties of *S. parahyba* had a positive effect on height, diameter and survival in fertilized treatments. With regard to foliar analysis there was no significant difference in the amount of nitrogen and phosphorus between treatments. For the treatments with guapuruvu MA fungus and fungus MA + *Rhizobium* sp. provided a lower percentage of the control survival, suggesting that a decrease in the survival can be due to there grass growth in experimental areas, since competition with grassy can influence the interaction between the fungus MA and the initial tree species causing depression in tree species, which intensifies the negative effects of competition in the soil. These results demonstrate that the fertilizer favored the development of the two varieties of *S. parahyba* and inoculation with microorganisms growth promoters shown to be inefficient when grown in an area with grass.

Key-words: Tropical tree species. Guapuruvu. Paricá. *Rhizophagus clarus*. *Rhizobium* sp. Survival.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO	12
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1	ÁREAS DEGRADADAS E REFLORESTAMENTO	13
3.1.1	Amazônia.....	13
3.1.2	Floresta Atlântica	14
3.2	DESCRIÇÕES DA ESPÉCIE <i>Schizolobium parahyba</i>	14
3.2.1	Taxonomia e nomenclatura	15
3.2.2	Descrição de <i>S. parahyba</i> var. <i>parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	16
3.2.3	Descrição de <i>S. parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber x Ducke).....	16
3.2.4	Aspectos ecológicos	16
3.2.5	Importância econômica	17
3.2.6	Importância ambiental	18
3.3	MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO	19
3.3.1	Fungos micorrízicos arbusculares	19
3.3.2	Rizobactérias diazotróficas.....	21
3.3.3	Interação entre fungo micorrízico arbuscular e rizobactéria em leguminosas	22
3.4	Adubação química	23
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
	ARTIGO: EFEITO DA ADUBAÇÃO E MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE <i>Schizolobium parahyba</i>	36

1 INTRODUÇÃO

O desmatamento para fins agropecuários e para a indústria madeireira têm pressionado muito os recursos florestais nativos nos últimos anos no Brasil. Na região amazônica foi detectado pelo SAD 402 km² de desmatamento deste bioma em setembro de 2014. Isso representou um aumento de 290% em relação a setembro de 2013, quando o desmatamento somou 103 km² (Fonseca et al., 2014). A situação da floresta Atlântica é ainda mais preocupante, uma vez que este bioma contém apenas 12,5% do remanescente florestal (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013).

Assim, é necessário que se faça a recuperação de áreas degradadas para manutenção destes biomas. Dentre as estratégias adotadas faz-se o uso da revegetação com espécies arbóreas, que são importantes para a recuperação das características físicas, químicas e biológicas do solo (Moreira e Siqueira, 2006).

No Brasil, a revegetação com espécies arbóreas nativas é pequena comparada ao uso de espécies exóticas de interesse econômico, como o eucalipto. Isso ocorre devido à falta de conhecimentos sobre as espécies nativas em plantios comerciais e de tecnologia na implantação de áreas extensas (Flores-Aylas et al., 2003).

Uma planta nativa utilizada para a produção de madeira em escala comercial, que vem se destacando nos últimos anos devido a suas características como rápido crescimento é o paricá (*S. parahyba* var. *amazonicum*). Com 87.900 ha cultivados no Pará, Maranhão e Tocantins (Anuário ABRAF, 2013), esta variedade tem sido amplamente utilizada no setor produtivo madeireiro amazônico.

A espécie *S. parahyba* contém outra variedade popularmente conhecida como Guapuruvu (*S. parahyba* var. *parahyba*), nativa da mata atlântica, que também apresenta um desenvolvimento rápido e uma boa produtividade. Esta variedade apresenta um potencial econômico em relação às suas industrializações, pois tem sido aplicada para a recuperação da mata ciliar e no setor madeireiro. No entanto, a sua aplicação comercial ainda é pouco conhecida pelos silvicultores.

Diante da importância do paricá e do guapuruvu para a indústria madeireira e recuperação de áreas degradadas, há uma preocupação com o padrão de qualidade dessas plantas para a comercialização.

Assim, a utilização de adubo, de fungos micorrízicos arbusculares (MA) e bactérias fixadoras de nitrogênio no plantio destas duas variedades da espécie *Schizolobium parahyba* pode proporcionar importantes resultados para uma melhor

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Com este estudo, objetiva-se avaliar os efeitos da adição de adubo e da inoculação de fungo micorrízico arbuscular e bactéria fixadora de nitrogênio no desenvolvimento inicial do paricá (*S. parahyba* var. *amazonicum*) e do guapuruvú (*S. parahyba* var. *parahyba*).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito dos microrganismos promotores de crescimento no desenvolvimento inicial do guapuruvú e do paricá com ou sem adição de adubo químico.
- Determinar a melhor combinação de inoculantes para a produção de cada uma das variedades de *S. parahyba*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ÁREAS DEGRADADAS E REFLORESTAMENTO

As florestas tropicais vêm sendo ameaçadas pelo aumento das taxas de desmatamento durante as últimas três décadas. Embora o desmatamento ocorra principalmente para disponibilizar terra para produção de alimentos ou pastagens, acaba sendo a grande força destrutiva de florestas tropicais em todo o mundo. Em 2000, foi estimado que 60% das florestas tropicais do mundo são classificadas como florestas degradadas (Itto, 2002).

3.1.1 Amazônia

Em mais de 50% das áreas degradadas na Amazônia foram instalados sistemas pecuários de produção, e a maior preocupação neste momento é em relação à expansão da agricultura, principalmente dos plantios de soja que tem crescido na região (Davidson et al., 2012). A exploração e a consequente retirada de nutrientes do ecossistema podem provocar alterações nas condições ambientais, principalmente na Amazônia, onde a floresta depende quase que exclusivamente do processo de reciclagem de nutrientes (Morais et al., 2007). Dessa maneira, extensas áreas podem rapidamente tornar-se improdutivas conforme a utilização de técnicas de manejo inadequadas (Gomes & Luizão, 2011; Joslin et al., 2011).

De fato, a utilização de áreas degradadas para o estabelecimento de plantios florestais é recomendada por Evans & Turnbull (2004). Segundo Souza et al. (2010) mais de 10 milhões de hectares encontram-se degradados ou em processo de degradação na Amazônia, e o estabelecimento de plantios florestais em metade destas áreas representaria um incremento de 100% no total de florestas plantadas no país.

No processo de restauração ecológica é importante conhecer e utilizar espécies florestais de rápido crescimento capazes de produzir grande quantidade de biomassa utilizando eficientemente os recursos naturais, como luz, água e nutrientes (Santos Junior et al., 2006). Neste sentido, nas áreas naturais de ocorrência, tais como o estado de Rondônia, o paricá tem apresentado restauração vigorosa em áreas recém-desmatadas e queimadas (Rossi & Vieira, 1998). No Acre, o paricá também tem sido

observado fazendo parte do processo de sucessão ecológica em áreas de pastagem degradadas (Frank & Miranda, 1998).

3.1.2 Floresta Atlântica

O bioma Floresta Atlântica, que é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, ocupava originalmente toda a costa do Brasil (Tabarelli et al., 2005). No entanto, atualmente restam apenas fragmentos florestais deste bioma (Myers et al., 2000; Sá-Rocha et al., 2002) e sua alta biodiversidade encontra-se entre os mais ameaçados do mundo. A sua degradação ao longo dos anos está intimamente relacionada com o processo de ocupação e consequente exploração adotada pelos colonizadores europeus (Dean, 1996).

A ação antrópica mais devastadora para a floresta Atlântica foi o desmatamento, onde extensas áreas florestais foram substituídas por áreas urbanas, industriais e agrícolas. Além disso, extensas áreas hoje cobertas por pastagens são, na maioria das vezes, manejadas de forma inadequada. Com isso, há uma drástica redução na fertilidade do solo (Aide, et al., 1996).

No caso do estado do Paraná, a derrubada de matas se iniciou na região litorânea com a exploração do ouro, mas com a queda da produção mineradora foi necessário estabelecer atividades agrícolas de subsistência. No norte do Paraná, por exemplo, o desmatamento foi expressivo a partir das primeiras décadas do século XX para a exploração da indústria madeireira, adjunto a isso a disponibilização de grandes áreas favoreceu a introdução da lavoura cafeeira que intensificou a diminuição da mata nativa (Fajardo, 2007).

Assim, para o restabelecimento das florestas nativas nessas áreas, é necessária a aplicação simultânea de princípios ecológicos e práticas silviculturais sustentáveis (Knowles & Parrotta, 1995), pois a restauração ecológica busca reencontrar a estabilidade e integridade biológica para um ecossistema degradado (Engel & Parrotta, 2003).

3.2 DESCRIÇÕES DA ESPÉCIE *Schizolobium parahyba*

O gênero *Schizolobium*, segundo Barneby (1996) e Lewis (2010), possui uma única espécie: *S. parahyba*, porém de acordo com a distribuição geográfica esta

espécie é classificada em duas variedades: *S. parahyba* var. *amazonicum* Huber ex. Ducke e *S. parahyba* var. *parahyba* (Vell.) S. F. Blake.

S. parahyba é uma árvore de rápido crescimento, com ramificação cimosas, copa muito ampla na fase adulta e de formato umbeliforme. Apresentam folhas alternas, compostas e bipinadas. Seu tronco é cilíndrico e reto, tem coloração verde acentuada e com cicatrizes transversais deixadas pela queda das folhas podendo apresentar raiz tabular. Inflorescência com pétalas amareladas reunidas em racemos terminais. O fruto é um legume deiscente, alado, obovado-oblongo, séssil, achatado, glabro, coriáceo ou sublenhoso, de coloração bege a marrom quando maduro e esverdeado a amarelo quando imaturo, bivalvado, com valvas espatuladas e produz de uma a duas sementes por fruto. Semente lisa, brilhante, oblonga-achatada, com tegumento duro, envolvida por envelope papiráceo de endocarpo (Souza et al., 2003; Carvalho, 2005).

Além destas características, este gênero é intolerante ao sombreamento, crescendo em ambientes de clareiras grandes onde a incidência de luz é alta (Poorter & Hayashida-Oliver, 2000). Áreas degradadas também são propícias para seu desenvolvimento, por isso são comumente utilizadas para restauração de áreas alteradas pela ação antrópica.

3.2.1 Taxonomia e Nomenclatura

Conforme o Sistema de Classificação APG III (Angiospermae Phylogeny Group), a posição taxonômica de *S. parahyba* obedece à seguinte hierarquia:

Divisão: Angiosperma

Classe: Eudicotyledinidae

Ordem: Fabales

Família: Fabaceae (Leguminosae)

Subfamília: Caesalpinoideae

Tribo: Caesalpinieae

Grupo: *Peltophorum*

Gênero: *Schizolobium*

Espécie: *Schizolobium parahyba*

Variedades: *Schizolobium parahyba* var. *parahyba* (Vell.) S. F. Blake e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke)

3.2.2 Descrição de *S. parahyba* var. *parahyba* (Vell.) S. F. Blake

O guapuruvú está distribuído desde o México ao sul do Brasil, sendo que no Brasil é uma espécie nativa da Floresta Atlântica, cuja área natural de distribuição compreende a região litorânea da Serra do Mar, desde a Bahia até o Rio Grande do Sul (Rizzini, 1995; Souza et al., 2003; Souza et al., 2005).

São poucas as diferenças evidentes entre as duas variedades de *Schizolobium*, mas de acordo com Barneby (1996), o guapuruvú é uma árvore semicaducifólia podendo atingir de 10 a 40 m de altura e 30 a 120 cm de DAP (diâmetro a altura do peito). Em relação às características estruturais esta subespécie possui pedicelos não unidos e anteras com 2,3-3,2 mm.

3.2.3 Descrição de *S. parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke)

O paricá tem ocorrência na Amazônia brasileira, venezuelana, colombiana, peruana e boliviana (Carvalho, 2007). No Brasil encontra-se distribuído em alguns estados do Pará, Amazonas, Rondônia e Acre (Correa, 1985; Oliveira, 1994).

Esta árvore é caducifólia e pode atingir 40 m de altura e 100 cm de DAP (Souza, et al 2003). Em relação aos pedicelos, estes são unidos a 2,0 – 6,5 mm (Barneby 1996).

As principais características que diferenciam estas duas variedades são que o paricá possui flores menores, pétalas mais oblongas, rígidas e glabras, frutos e sementes bem menores, pedicelos distintamente articulados e o florescimento ocorre sem as folhas (Rizzini, 1971).

3.2.4 Aspectos ecológicos

Segundo Carvalho (2005), além de ocorrer na floresta primária o guapuruvú é uma espécie comum em vegetação secundária, especialmente em florestas de galeria, e com bom potencial para uso na recuperação de matas ciliares, em locais não sujeitos à inundação. Possivelmente, *S. parahyba* é uma das essências florestais de mais rápido crescimento nas regiões sudeste e sul do Brasil (Inoue et al. 1984). A respeito da sua distribuição, além de ocorrer na floresta madura, pode ser comum nas capoeiras altas e florestas secundárias. Há ocorrência na Floresta Atlântica e nas formações Aluvial,

Submontana e Montana, nos estados do Espírito Santo, Paraná e São Paulo (Albuquerque & Rodrigues, 2000).

O paricá é considerado como uma espécie pioneira e está distribuída na Floresta Tropical Amazônica, em solos argilosos de floresta madura e principalmente nas florestas secundárias, tanto em terra firme quanto em várzea alta onde a árvore é emergente (Carvalho, 2007). Há ocorrência na Floresta Estacional Semidecidual na subformação Submontana, no Mato Grosso (Rondon, 2002) e em outras formações vegetais fora do Brasil, sendo encontradas no Bosque Montano Úmido na Bolívia (Killeen et al., 1993) e na Amazônia Equatoriana (Rodríguez Rojas & Sibille Martina, 1996).

3.2.5 Importância econômica

A principal aplicação do guapuruvú no setor madeireiro é na confecção de canoas e objetos para aeromodelismo por apresentar a madeira de baixa densidade, além de ser utilizado na confecção de painéis, portas, brinquedos, caixas, salto para calçados, palitos de fósforo, lápis (Carvalho, 2005) e principalmente na fabricação de chapas de compensados e laminados. Pode também ser empregado na construção civil além de ser considerado ótimo para a produção de polpa e papel de fibra curta levando vantagem por apresentar uma madeira quase branca e mole (Pietrobon & Oliveira, 2004).

Além da aplicação do setor madeireiro, é uma espécie recomendada para sistema silviagrícola, associado com culturas perenes como bananeira, ou de ciclo curto como a mandioca (Carvalho, 2005). Nesse sistema, pode ser usado no Sul do Brasil com rotação provável para corte de dez a quinze anos (Baggio & Carvalho, 1990).

O paricá, segundo Brienza Junior et al. (1991), vem sendo amplamente utilizado na região amazônica em associações silvipastoris e agroflorestais, ou em plantios homogêneos visando à indústria de laminados. Devido ao seu valor comercial e ao seu rápido crescimento, esta espécie apresenta grande potencial para ser utilizada em programas de reflorestamento (Pereira et al., 1982; Rosa, 2006).

A madeira serrada e roliça do paricá é bastante utilizada na produção de lâminas médias ou miolo de compensados, brinquedos, caixotaria leve e portas. Esta árvore é promissora para a produção de pasta para celulose, destacando-se seu fácil branqueamento e as excelentes resistências obtidas com o papel branqueado (Pereira et al., 1982).

No entanto, o custo de implantação e de manutenção dos plantios de paricá tem sido um dos fatores limitantes para o cultivo em escala comercial na Amazônia brasileira (Rosa, 2006). Diante deste problema, estudos envolvendo técnicas conservacionistas de manejo de solo podem favorecer a redução dos custos destas empresas com adubação e herbicidas.

3.2.6 Importância ambiental

No processo de restauração ecológica é importante utilizar espécies florestais de rápido crescimento capazes de produzir grande quantidade de biomassa utilizando eficientemente os recursos naturais, como luz, água e nutrientes (Santos Junior et al., 2006). As espécies leguminosas têm sido amplamente utilizadas na adubação verde, na reabilitação de solos, em plantios florestais mistos de restauração ecológica e no enriquecimento de capoeiras (Sanchez, 1999; Sprent & Parsons, 2000; De Faria et al., 2010). Estas aplicações ocorrem pelo fato das leguminosas apresentarem um rápido crescimento, uma produção elevada de biomassa com um significativo aporte de folhas ao solo e fuste de boa qualidade (Silva et al., 2011).

As leguminosas de porte lenhoso, comparado às arbustivas, possuem o diferencial de produzirem grandes quantidades de fitomassa e apresentarem concentrações elevadas de nutrientes na parte aérea, consequência do seu sistema radicular mais volumoso e capaz de assimilar os nutrientes lixiviados para as camadas mais profundas do solo (Nascimento et al., 2005).

A capacidade das leguminosas em sequestrar carbono também tem sido vista como uma alternativa para compensar o aumento dos níveis de CO₂ na atmosfera, melhorando simultaneamente a qualidade do solo e da lavoura (Graham & Vance, 2003).

O gênero *Schizolobium* apresenta todas estas características citadas anteriormente, o que favorece a sua utilização em reflorestamentos. Ele apresenta crescimento rápido, exibindo a função de espécie pioneira na recomposição de florestas tropicais ao proporcionar condições de sombreamento adequadas à instalação de outras espécies nativas e sucessoras (Souza, 2003; Carvalho, 2005).

A utilização do paricá para o reflorestamento tem se destacado nas áreas naturais de ocorrência, tais como na Amazônia, em Rondônia, no Pará. No estado de

Rondônia, por exemplo, o paricá tem apresentado regeneração vigorosa em áreas recém-desmatadas e queimadas (Rossi & Vieira, 1998; Rossi et al., 2003).

Na região da Mata Atlântica há grandes áreas que se encontram subutilizadas e ocupadas por pastagens pouco produtivas. Para recuperação destes solos, uma ação silvicultural com espécies nativas da região seria uma alternativa eficaz que poderia trazer muitos benefícios ecológicos e econômicos. O guapuruvú seria uma ótima opção para restauração destas áreas, uma vez que esta espécie apresenta um rápido crescimento em campo, podendo atingir dez metros de altura no período de dois anos (Lorenzi, 1992; Carvalho, 2005).

3.3 Microrganismos promotores de crescimento

A rizosfera é uma região muito pequena do solo que sofre influência direta das raízes, possibilitando o crescimento dos microrganismos. Em contrapartida, estes microrganismos influenciam no metabolismo das células da raiz e no estado nutricional da planta (Cardoso & Nogueira, 2007).

Os efeitos de inoculantes de populações bacterianas e fúngicas na rizosfera são determinantes para melhorar o desenvolvimento das plantas, uma vez que a comunidade microbiana do solo na rizosfera desempenha um papel fundamental na nutrição das plantas (Marin et al., 2010).

3.3.1 Fungos micorrízicos arbusculares

A palavra micorriza é composta pelos radicais gregos “mykes” (fungo) e “rhizae” (raízes), designando associações simbióticas não patogênicas entre fungos do solo e raízes de plantas. Esta associação ocorre desde os primórdios da ocupação terrestre pelos vegetais (Saggin Júnior et al., 2006).

As associações micorrízica são divididas em seis tipos diferentes, sendo algumas delas muito específicas, encontradas em apenas algumas famílias de plantas terrestres (Arbuscular; Arbutóide; Ericóide; Ecto; Monotropóide e Orquidóide) (Siqueira, 1996; Smith & Read, 2008).

O fungo micorrízico arbuscular (MA) pertence ao filo Glomeromycota (Schübler et.al, 2001) e a interação do fungo com a planta é obrigatória para o desenvolvimento do ciclo de vida do fungo, pois é totalmente dependente da fonte de

carbono provinda da planta hospedeira (Fitter et al., 2011). Além de ser o mais ancestral, o fungo MA tem maior ocorrência entre plantas tropicais e de interesse agrícola (Goi & Souza, 2006) e colonizam as raízes de cerca de 80% das espécies de plantas, com origem presumida há aproximadamente 460 milhões de anos (INVAM, 2012).

A colonização do fungo MA na raiz da planta ocorre por meio de interações químicas. Segundo Akiyama et al. (2005) a interação entre o fungo e a raiz é iniciada no momento que sinais são produzidos pela planta, e conseqüentemente, são liberadas substâncias que induzem a ramificação das hifas e a atividade metabólica do fungo. Com isso, este tem um crescimento mais rápido e possibilita o encontro com a raiz (Besserer et al., 2006; Tamasloukht et al., 2003).

Os fungos MA desempenham um papel importante na absorção do fósforo. De acordo com Rolim et al. (2004), este nutriente apresenta-se com baixo teor no solo comparado com outros macronutrientes, e o que está presente apresenta baixa solubilidade. Dessa maneira, as hifas dos fungos MA funcionam como uma extensão do sistema radicular disponibilizando uma superfície extra de absorção, permitindo uma maior obtenção deste nutriente pela planta em troca de carbono disponibilizado pelo hospedeiro (Fitter et al., 2011). Por conseguinte, este efeito proporcionará benefícios para os vegetais, uma vez que o fosfato é um elemento fundamental para o desenvolvimento dos organismos, pois desempenha função estrutural e metabólica na célula, fazendo parte da composição da membrana celular (fosfolipídios), e é componente metabólico armazenador de energia, como o ATP (Fitter et al., 2011). Além do fósforo, estudos tem mostrado que raízes colonizadas por fungo MA proporcionam uma maior absorção de outros nutrientes, tais como N, Zn, Cu, Fe, Mn e K (Marschner & Dell, 1994; Liu et al., 2000).

A interação micorrízica pode envolver outras recompensas, como aumento da disponibilidade de água para as plantas e, talvez, vitaminas para os fungos e também pode aumentar a resistência das plantas contra estresses bióticos e abióticos em determinados ecossistemas (Smith & Read, 2008).

Os fungos micorrízicos produzem a glomalina, uma glicoproteína recalcitrante que inicialmente é produzida pra proteger as hifas de ataques de microrganismos e assegurar que a água e os nutrientes fiquem próximos de sua estrutura. Mas esta substância também apresenta uma importante função que é a de manter o solo agregado e isso confere uma maior resistência ao vento, à água e a erosão,

pois mantém as partículas do solo coesas, formando poros por onde há passagem da água e a penetração do ar. Assim, é formado um ambiente mais estável para o desenvolvimento microbiano no solo e que conseqüentemente favorece um equilíbrio nos ciclos biogeoquímicos e na manutenção da qualidade do solo (Nichols, 2008). Diante destes benefícios evidencia-se a importância da utilização de fungo MA para recuperação de áreas degradadas, pois favorece o crescimento vegetal em solos extremamente pobres.

3.3.2 Rizobactérias diazotróficas

Bactérias que podem aumentar o crescimento da planta e sua produtividade são conhecidas há mais de um século (Brown, 1974). Entre estes organismos, espécies do gênero *Rhizobium*, que são diazotróficas (fixadoras de N₂ atmosférico), são as mais relevantes (Dejordjevic et al., 1987), pois tem apresentado uma alta aplicabilidade na agricultura.

A maioria das plantas se beneficia com as bactérias diazotróficas, uma vez que podem auxiliar, por meio de diversos mecanismos, na nutrição nitrogenada das culturas, como o aumento do processo da redução assimilatória de nitrato disponível no solo (Boddey et al., 1986), pela fixação biológica do nitrogênio (FBN) (Iniguez et al., 2004) e pela produção de fitormônios que interferem no crescimento das plantas e podem alterar a morfologia das raízes, o que possibilita a exploração de maior volume de solo (Zaied et al., 2003).

As leguminosas têm como particularidade o fato de formarem associações simbióticas com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, fixadoras de nitrogênio atmosférico. O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes exigidos pelas plantas, mas também é um dos nutrientes mais deficientes na maioria dos ecossistemas, particularmente em solos degradados. Como resultado da simbiose, quantidades expressivas de nitrogênio (N) tornam-se disponíveis após o corte da leguminosa, o que acarreta autossuficiência em N, se a planta for adequadamente manejada (Guerra et al., 2004).

No estudo realizado por Lanza et al. (1996), foi verificado que o paricá apresenta uma baixa produção de biomassa na ausência de N evidenciando que esta espécie necessita de uma alta disponibilidade deste nutriente para o seu desenvolvimento inicial.

Vários experimentos têm sido desenvolvidos no sentido de aprimorar as práticas agrícolas sustentáveis através de técnicas que melhorem a qualidade dos alimentos e do solo. Neste caso, a fixação biológica de N₂ se enquadra nesta função, pois o alto custo de fertilizantes de N sintéticos limita a produção de alimentos nos países pobres. Muitas plantas, especialmente as leguminosas, podem se beneficiar do processo de fixação biológica de nitrogênio, dessa forma, é muito importante detectar novas bactérias de vida livre fixadoras de N₂ com potencial para uso como inoculantes em plantas não-leguminosas (Albino et al., 2006).

Na revisão literária de Bryan, Berlyn e Gordon (1996) foram elencados vários trabalhos que sugerem que as leguminosas não-nodulíferas podem também formar uma relação simbiótica com rizóbios com base nas indicações sobre a atividade da nitrogenase revelando fixação de nitrogênio em espécies não-nodulíferas.

No trabalho de Dias et al., 2007 foi verificado que as leguminosas arbóreas, por meio da fixação biológica de nitrogênio, podem incrementar significativamente a disponibilidade de N para a gramínea, ajudando a minimizar uma das principais causas da degradação das pastagens. Similar resultado foi observado com a leguminosa não-nodulífera *Peltophorum dubium*.

3.3.3 Interação entre fungo micorrízico arbuscular e rizobactéria em leguminosas

A vantagem de se utilizar as leguminosas na silvicultura, nos sistemas agroflorestais e na recuperação das áreas degradadas é que elas também podem estabelecer uma dupla simbiose com bactérias diazotróficas e com fungos MA, cuja ação sinérgica traz benefícios às culturas, sendo estas associações importantes em meios onde o nitrogênio e o fósforo são limitantes ao crescimento vegetal (Monteiro, 1990). No estudo de Siviero et al. (2008) foi observado um aumento significativo no crescimento de *S. parahyba* var. *amazonicum* através de associações entre bactérias do gênero *Rhizobium* e fungos MA (*Rhizophagus clarum* e *R. etunicatum*) em condições de viveiro.

De acordo com Artursoon et al. (2006), os benefícios da interação de fungos MA e bactérias diazotróficas podem ocorrer em razão do incremento na absorção de fósforo pelas plantas micorrizadas, o que proporciona melhores condições para o estabelecimento da associação com diazotróficos. Além disso, o processo de fixação de nitrogênio é altamente exigente em energia na forma de ATP, de modo que o adequado

suprimento de P proporcionado pelo fungo MA beneficia esse processo (Jesus et al., 2005). Assim, essas interações podem ser de extrema importância para silvicultura com menor emprego de insumos químicos (Sala, 2007).

A associação de fungos MA e bactérias fixadoras de nitrogênio pode contribuir para a fertilidade do solo, produtividade e rendimento de culturas. Os efeitos dos fungos MA, tais como a obtenção melhorada de água e de fósforo ou outros nutrientes em situações não ideais, podem ser adaptados para ajudar as plantas a se estabelecer e sobreviver em habitats deficientes de nutrientes, degradados ou durante períodos de estresse. Combinações entre bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos MA podem resultar em um efeito maior sobre o desenvolvimento das plantas (Biró et al., 2000).

No Brasil, Franco & Faria (1997) estudaram a nodulação e a associação micorrízica em leguminosas arbóreas para restauração da vegetação em solos pobres, com o objetivo de recuperar a fertilidade do solo. No entanto, há pouca informação disponível sobre as relações simbióticas de dupla inoculação em leguminosas arbóreas nativas brasileiras, especialmente *S. parahyba* var. *amazonicum* uma árvore leguminosa não nodulíferas (Sivieiro et al., 2008).

3.4 Adubação química

Para o plantio das espécies de *Schizolobium* normalmente há necessidade de adubação química, uma vez que estas árvores, principalmente o paricá, têm sido utilizadas em recuperação de áreas degradadas, sendo necessária a correção do solo. Segundo Rosa (2006), as empresas que plantam paricá utilizam adubação mineral na área que geralmente é feita pela adição de nitrogênio, fósforo e potássio, e em alguns casos fazem combinações com adubo orgânico. As dosagens recomendadas tem sido entre 100 e 200 g de NPK 18:4:20 por cova.

No entanto, é importante enfatizar que a superexploração do solo e demais recursos ambientais, principalmente quando o manejo é feito sem orientação técnica adequada, vêm provocando grandes alterações nos ecossistemas, sem ser levada em conta a sustentabilidade a curto, médio e longo prazo. O resultado disto é uma crescente degradação ambiental, piorando a qualidade de vida e o bem-estar das populações. A cada ano os recursos naturais são mais explorados, comprometendo a capacidade das futuras gerações de satisfazer as suas necessidades (Brito & Câmara, 1998). Dessa

forma, deve-se buscar manter a qualidade do solo em níveis adequados à produtividade, por isso se faz necessário à utilização de sistemas menos impactantes, fundamentados na ciclagem natural de nutrientes e manutenção da microbiota do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDE, T. M.; ZIMMERMAN, J. K.; ROSARIO, M.; MARCANO, H. Forest recovery in abandoned cattle pastures along an elevational gradient in northeastern Puerto Rico. **Biotropica**, v. 28, p. 537-548, 1996.

ALBINO, U.; SARIDAKIS, D. P.; FERREIRA, M. C.; HUNGRIA, M.; VINUESA, P.; ANDRADE, G. High diversity of diazotrophic bacteria associated with the carnivorous plant *Drosera villosa* var. *villosa* growing in oligotrophic habitats in Brazil. **Plant and Soil**, v. 287, p. 199–207, 2006.

ALBUQUERQUE, G. B.; RODRIGUES, R. R. A vegetação do Morro de Araçoiaba, Floresta Nacional de Ipanema, Iperó (SP). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 58, p. 145-159, 2000.

AKIYAMA, K.; MATSUZAKI, K.; HAYASASHI, H. Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. **Nature**, v. 435, p. 824-847, 2005.

ANUÁRIO Estatístico da ABRAF 2013: ano base 2012. Brasília, DF: ABRAF, 2013. 148 p.

ARTURSSON, V.; FINLAY, R. D.; JANSSON, J. K. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria and their potential for stimulating plant growth. **Environmental Microbiology**, v.8, p.1-10, 2006.

BAGGIO, A. J.; CARVALHO, P. E. R. Técnicas agroflorestais. In: IPARDES. Fundação Edison. **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba: v. 1, p. 241-248, 1990.

BARNEBY , R. C. Neotropical Fabales at NY: Asides and oversights. **Brittonia**, v. 48, p. 174-187, 1996.

BESSERER, A.; PUECH-PAGÈS, V.; KIEFER, P.; GOMEZ-ROLDAN, V.; JAUNEAU, A.; ROY, S.; PORTAIS, J. C.; ROUX, C.; BÉCARD, G.; SÉJALON-DELMAS, N. Strigolactones stimulate arbuscular mycorrhizal fungi by activating mitochondria. **Plos Biology**, v.4, p.1239-1247, 2006.

BIRÓ, B.; KOVES-PECHY, K.; VORS, I.; TAKACS, T.; EGGENBERG, P.; STRASSER, R. J. Interrelations between *Azospirillum* and *Rhizobium* nitrogenfixers and arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of alfalfa in sterile, AMF-free or normal soil conditions. **Applied Soil Ecology**, v.15, p.159-168, 2000.

BODDEY, R. M.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I.; DÖBEREINER, J. Effect of inoculation of *Azospirillum* spp. On nitrogen accumulation by field-grown wheat. **Plant and Soil**, v.95, p.109-121, 1986.

BRIENZA JUNIOR, S.; YARED, J. A. G.; JARVIS, P. G. Agroforestry systems as an ecological approach in the Brazilian Amazon development. **Agroforestry Systems**, v.45, p.319-323, 1991.

BRITO, F. A.; CÂMARA, B. D. **Democratização e Gestão Ambiental: em busca do desenvolvimento sustentável**, 2.ed. Petrópolis, RJ , Vozes, 1998. 36p.

BROWN, M. E. Seed and root bacterization. **Annual Review of Phytopathology**, v.12, p.181-197, 1974.

BRYAN, J. A.; BERLYN G. P.; GORDON, J. C. Toward a new concept of the evolution of symbiotic nitrogen fixation in the Leguminosae. **Plant and Soil**, v. 186, p. 151-159, 1996.

CARDOSO, E. J. B. N.; NOGUEIRA, M. A. A rizosfera e seus efeitos na comunidade microbiana e na nutrição de plantas. In: **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. p. 79-96.

CARVALHO, P. E. R. **Guapuruvu**. Circular técnica 104, Embrapa Florestas *ISSN 1517-5278*, p. 1-10, 2005.

CARVALHO, P. E. R. **Paricá**, *Schizolobium amazonicum*. Circular técnica 142, Embrapa Florestas *ISSN 1517-5278*, p. 1-8, 2007.

CORREA, A. Z. Essências papeleras de reflorestamento: 8 madeiras nativas da Amazonia. **Acta Amazonica**, v.15, n.3/4, p.371-402,1985.

DAVIDSON, E. A.; ARAUJO, A. C.; ARTAXO, P.; BALCH, J. K.; BROWN, I. F.; BUSTAMANTE, M. M. C.; COE, M. T.; DEFRIES, R. S.; KELLER, M.; LONGO, M.; MUNGER, J. W.; SCHROEDER, W.; SOARES- FILHO, B. S.; SOUZA JR, C. M.; WOFSY, S. C. Amazon basin in transition. **Nature**, v.481, p.321-328, 2012.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da mata atlântica brasileira**. Companhia das Letras, São Paulo, 1996. 483p.

DE FARIA, S. M.; DIEDHIU, A. G.; DE LIMA, H. C.; RIBEIRO, R. D.; GALIANA, A.; CASTILHO, A. F.; HENRIQUES, J. C. Evaluating the nodulation status of leguminous species from the Amazonian forest of Brazil. **Journal of Experimental Botany**, v.61, n.11, p.3119-3127, 2010.

DEJORDJEVIC, M. A.; GABRIEL, D. W.; ROLFE, B. G. *Rhizobium-the refined* parasite of legumes. **Annual Review of Phytopathology**, v. 25, p.145-168, 1987.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim *Survenola* crescido em consórcio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 352-356, 2007.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. Definindo a Restauração Ecológica: tendências e perspectivas mundiais. *In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (org.). Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais*, FEPAF, Botucatu: p. 3-26, 2003.

EVANS, J.; TURNBULL, J. *Plantation Forestry in the Tropics*. Oxford University Press, Oxford. p. 467, 2004.

FAJARDO, S. Aspectos da ocupação, da formação da estrutura produtiva e das transformações na paisagem rural no território paranaense. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia: v. 7, n. 20, 2007.

FITTER, A. H.; HELGASON, T.; HODGE, A. Nutritional exchanges in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: Implications for sustainable agriculture. **Fungal Biology Reviews**, New York: v. 25, p.68-72, 2011.

FLORES-AYLAS, W. W.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 38, n. 2, p. 257-266, 2003.

FONSECA, A.; SOUZA JR., C., VERÍSSIMO, A. (2014). **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal - SAD**. IMAZON, p.10. Disponível em: <<http://imazon.tangrama.com.br/publicacoes/transparenciaflorestal/transparencia-florestal-amazonia-legal/boletim-do-desmatamento-da-amazonia-legal-setembro-de-2014-sad>> Acessado em: 10 de janeiro de 2015.

FRANKE, I. L.; MIRANDA, E. M. **Ocorrência de árvores e arbustos de uso múltiplo em pastagens no Estado do Acre**. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. 4., 1998, Belém. *Anais*. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1998. p.367-368.

FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, v.29, p.897-903, 1997.

- GOI, S. R.; SOUZA, F. A. **Diversidade de microrganismos do solo**. Floresta e Ambiente, 2006, p. 46 - 65.
- GOMES, A. C. S.; LUIZÃO, F. J. Leaf and Soil Nutrients in a Chronosequence of Second-Growth Forest in Central Amazonia: Implications for Restoration of Abandoned Lands. **Restoration Ecology**, v. 20, n. 3, p. 339-345, 2011.
- GRAHAM, P. H.; VANCE, C. P. Legumes: Importance and Constraints to Greater Use. **Plant Physiology**, v. 131, n. 3, p. 872-877, 2003.
- GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manuring. In: ADETOLA BADEJO, M.; TOGUN, A. O. (Org.). Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics. Ibadan: **College Press**, 2004, p.125-140.
- INIGUEZ, A. L.; DONG, Y.; TRIPLETT, E. W. Nitrogen fixation in wheat provided by *Klebsiella pneumoniae* 342. **Molecular Plant- Microbe Interactions**, v.17, p.1078-1085, 2004.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba: FUPEF-UFPR, 1984.p. 260.
- INVAM** - International culture collection of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. Disponível em: <<http://invam.caf.wvu.edu>>. Acesso em: 8 de fev. de 2012.
- ITTO. Guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forests**. ITTO Policy Development Series No. 13. International Tropical Timber Organization, 2002, p. 82.
- JESUS, E. C.; SCHIAVO, J. A.; FARIA, S. M. Dependência de micorrizas para a nodulação de leguminosas arbóreas tropicais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 545- 552, 2005.
- JOSLIN, A. H.; MARKEWITZ, D.; MORRIS, L. A.; OLIVEIRA, F. A.; FIGUEIREDO, R. O.; KATO, O. R. Five native tree species and manioc under slash-

and-mulch agroforestry in the eastern Amazon of Brazil: plant growth and soil responses. **Agroforest Systems**, v.81, p.1-14, 2011.

KILLEEN, T. J.; GARCIA E. E.; BECK, S. G. **Guia de arboles de Bolívia**. La Paz: Herbario Nacional de Bolívia / St. Louis: Missouri Botanical Garden, 1993. 958 p.

KNOWLES, O. H.; PARROTTA, J. A. Amazon forest restoration: an innovative system for native species selection based on phenological data and field performance indices. **Commonwealth Forestry Review**, v.74, n.3, p.230-243, 1995.

LANZA, T. C. L.; MOTA, P. E. F.; LACERDA, M. P. C.; CARVALHO, J. G. **Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) afetado pela omissão de macronutrientes, em solução nutritiva**. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS 22, 1996, Manaus. Resumos expandidos. Manaus: Universidade do Amazonas, p. 363-364, 1996.

LEWIS, G. P. ***Schizolobium* in Lista de espécies da flora do Brasil**.

Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil. 2010. Disponível em:

<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB023142>> Acesso em: 13 de outubro de 2013.

LIU, A; HARNEL, C; HAMILTON, R. I.; MA. B. L.; SMITH, D. L. Acquisiton of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in soil at different P and micronutrient levels. **Mycorrhizal**, v. 9, p. 331-336, 2000.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. **Plant and Soil**, v. 59, p. 89-102, 1994.

MARIN, M.; MENA, J.; FRANCO,R.; PIMENTEL,E.; SÁNCHEZ, I. Effects of the bacterial-fungal interaction between *Tsukamurella paurometabola* C 924 and *Glomus fasciculatum* and *Glomus clarum* fungi on lettuce micorrhizal colonization and foliar weight. **Biotechnologia Aplicada**, v. 27, p.48-51, 2010.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.

MONTEIRO, E. M. S. **Resposta de leguminosas arbóreas à inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos em solo ácido**. Itaguaí, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1990. 221p. (Tese de Doutorado)

MORAIS, R. R.; GONÇALVES, J. F. C.; SANTOS JUNIOR, U. M.; DÜNISCH, O.; SANTOS, A.L.W. Chloroplastid pigment contents and chlorophyll a fluorescence in Amazonian tropical tree species. **Revista Árvore**, v.31, p.959-966, 2007.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006, p. 729.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 29, n. 5, p. 825-831, 2005.

NICHOLS, K. A. Indirect contributions of am fungi and soil aggregation to plant growth and protection. In: Siddiqui, Z. A.; Akhtar, M. S.; Futai, K. **Mycorrhizae: Sustainable Agriculture and Forestry**. Springer Science + Business Media B. V. p. 177-194, 2008.

OLIVEIRA, M. V. N. **Composição florística e potenciais madeireiro e extrativista em uma área de floresta no Estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF-Acre, 1994. 42p. (Boletim de Pesquisa, 9).

PEREIRA, A. P.; MELO, C. F. M.; ALVES, S. M. O paricá (*Schizolobium amazonicum*), características gerais da espécie e suas possibilidades de aproveitamento na indústria de celulose e papel. **Revista do Instituto Florestal**, v.16, n.2, p.1340-1344,1982.

PIETROBOM, R. C. V.; OLIVEIRA D. M. T., Morfoanatomia e ontogênese do pericarpo de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Fabaceae, Caesalpinioideae).

Revista Brasileira de botânica, v. 27, 2004.

POORTER, L.; HAYASHIDA-OLIVER, Y. Effects of seasonal drought on gap and understory seedlings in a Bolivian moist forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.16, p.481-498, 2000.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. Edgard Blucher, São Paulo, 1971. 294p.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. Edgard Blucher, São Paulo, 1995.

RODRÍGUEZ ROJAS, M.; SIBILLE MARTINA, A. M. **Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina**. Lima: INIA; Yokohama: OIMT, 1996. 291 p. Proyecto PD 150/91

ROLIM NETO, F. C.; SCHAEFER, C. E. G. R.; COSTA, L. M.; CORRÊA, M. M., FERNANDES FILHO, E. I.; IBRAIMO, M. M. Adsorção de fósforo, superfície específica e atributos mineralógicos em solos desenvolvidos de rochas vulcânicas do alto Paranaíba (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n.6, p. 953-964, 2004.

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n.5, p. 573-576, 2002.

ROSSI, L. M. B.; VIEIRA, A. H. **Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência em sementes de *Schizolobium amazonicum* Huber Ex. Ducke**. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 4., 1998, Belém. *Anais...* Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1998.

ROSSI, L. M. B.; QUISEN, R. C.; AZEVEDO, C. P. DE; VIEIRA, A. H. **Aspectos silviculturais e socioeconômicos de uma espécie de uso múltiplo: o caso de**

Schizolobium amazonicum Huber ex. Ducke. Disponível em: <<http://www.abeas.com.br>>. Acesso em: 5 de outubro de 2003.

ROSA, L. dos S. Ecologia e silvicultura do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) na Amazônia brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n.45, p. 135-147, jan./jun. 2006.

SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. **Micorriza Arbuscular – Papel, Funcionamento e Aplicação da Simbiose**. Embrapa. Miolo_Biota.pmd, 2006, p. 101-150.

SÁ-ROCHA, J. D.; LIMA, A. M.; TERRA, G.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Avaliação do enriquecimento por dispersão natural de palmitreiro *Euterpe edulis* Martius em trecho de Floresta Ombrófila Densa Montana na região de Miguel Pereira – RJ. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, v. 22, n.2, p.205-209, 2002. Suplemento.

SALA, V. M. R.; FREITAS, S. S.; SILVEIRA, A. P. D. Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.11, p.1593-1600, 2007.

SANCHEZ, P. A. Improved fallows come of age in the tropics. **Agroforestry Systems**, v. 47, p.3-12, 1999.

SANTOS JUNIOR, U. M.; GONÇALVES, J. F. C.; FELDPAUSCH, T. R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in Central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v.226, p.299-309, 2006.

SMITH, S. E.; READ, D. J. (2008) **Mycorrhizal Symbiosis**. 3rd Edition, Elsevier and Academic, New York, London, Burlington, San Diego.

SPRENT, J. I.; PARSONS, R. Nitrogen fixation in legume and non-legume trees. **Field Crops Research**, v.65, p.183-196, 2000.

SILVA, A. K. L.; VASCONCELOS, S. S.; CARVALHO, C. J. R.; CORDEIRO, I. M. C. C. Litter dynamics and fine root production in *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* plantations and regrowth forest in Eastern Amazon. **Plant Soil**, v. 347, p. 377-386, 2011.

SIQUEIRA, J. O. **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1996, p.39-65.

SIVIERO, M. A.; MOTTA, A. M.; LIMA, D. S.; BIROLI, R. R.; HUH, S. Y.; SANTINONI, I. A.; MURATE, L. S.; CASTRO, C. M. A.; MIYAUCHI, M. Y. H.; ZANGARO, W. NOGUEIRA, M. A.; ANDRADE, G. Interaction among N-fixing bacteria and AM fungi in Amazonian legume tree (*Schizolobium amazonicum*) in field conditions. **Applied Soil Ecology**, v.39, p.144–152, 2008.

SOS Mata Atlântica [online]. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>> Acesso em: 28 de outubro de 2013.

SOUZA, C. R.; ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; VIEIRA A. H. **Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby**. Circular técnica 18, Embrapa ISSN 1517-2449, p 1-12, 2003.

SOUSA, D. B.; CARVALHO, G. S.; RAMOS, E. J. A. **Paricá-*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke**. Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia: 13. Rede de Sementes da Amazônia, Manaus, 2005.

SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M.; ROSSI, L. M. B. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. **Acta Amazônica**, v.40, n.1, p.127-134, 2010.

SCHÜBLER, A.; SCHWAEZOTT, D.; WALKER, C.; A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. **Mycological Research**, v.105, p.1413-1421, 2001.

TAMASLOUKHT, M. B.; SÉJALON-DELMAS, N.; KLUEVER, A.; JAUNEAU, A.; ROUX, C.; BÉCARD, G.; FRANKEN, P. Root factors induce mitochondrial-related gene expression and fungal respiration during the developmental switch from asymbiosis to presymbiosis in the arbuscular mycorrhizal fungus *Gigaspora rosea*.

Plant Physiology, v. 131, p. 1468-1478, 2003.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p.132-138, 2005.

ZAIED, K. A.; EL-HADY, A. H.; AFIFY, A. H.; NASSEF, M. A. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.4, p.344-358, 2003.

**EFEITO DA ADUBAÇÃO E MICRORGANISMOS PROMOTORES DE
CRESCIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE *Schizolobium parahyba***

Vanessa Fogaça de Freitas¹, Marta Viviana Torres Cely¹, Admilton Gonçalves de Oliveira¹, Naimara Vieira Prado², Alex Carneiro Leal³, Galdino Andrade^{1*}.

¹ Departamento de Microbiologia, CCB, Laboratório de Ecologia Microbiana, Universidade Estadual de Londrina, CEP 86051-990, Brasil

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão, Linha Santa Bárbara – Francisco Beltrão, CEP 85601-970, Brasil.

³ Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Área de Fitotecnia, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, Londrina, CEP 86001-970, Brasil.

* Autor correspondente: Galdino Andrade, Departamento de Microbiologia, Laboratório de Ecologia Microbiana, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Caixa Postal 6001, CEP 86051-990, Brasil.

Telefone/Fax: +554333714791; E-mail: andradeg@uel.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação e dos microrganismos promotores de crescimento, *Rhizobium* sp. e *Rhizophagus clarus*, no desenvolvimento de duas variedades (paricá e guapuruvu) da espécie arbórea *Schizolobium parahyba*. Os experimentos foram conduzidos em campo no município de Xambrê, Paraná, Brasil. Foram produzidos 8 tratamentos: Controle; *Rhizobium*; *R. clarus*; Adubo; *Rhizobium* + Adubo; *Rhizobium* + *R. clarus*; *R. clarus* + Adubo; *Rhizobium* + *R. clarus* + Adubo. Para a produção dos tratamentos foram utilizados 10 gramas de inóculo do fungo micorrízico arbuscular *R. clarus*, 1 mL de suspensão de células ($3,3 \times 10^7$ UFC/mL) da bactéria *Rhizobium* sp. e 130 g de adubo NPK 20-05-20 por cova. A altura das plantas foi avaliada 37, 111, 250 e 360 dias após o plantio, o diâmetro em 250 e 360 dias, a sobrevivência e análise foliar aos 360 dias. Para comparação das médias dos tratamentos foi utilizada a ANOVA seguida pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$). Em todos os períodos avaliados ambas as variedades apresentaram um efeito positivo em altura, diâmetro e sobrevivência para os tratamentos adubados. Com relação à análise foliar não houve diferença significativa na quantidade de nitrogênio e fósforo entre os tratamentos. Para o guapuruvu os tratamentos com fungo MA e fungo MA + *Rhizobium* proporcionaram uma menor sobrevivência, sugerindo que tenha ocorrido competição com a gramínea existente na área. Estes resultados demonstram que o adubo favoreceu o desenvolvimento do guapuruvu e do paricá e que a inoculação com microrganismos se mostra pouco eficiente quando cultivada em área com gramínea.

Termos para indexação: Arbórea tropical, guapuruvu, paricá, *Rhizophagus clarus*, *Rhizobium* sp., sobrevivência.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of fertilization and growth promoters microorganisms *Rhizobium* sp. and *Rhizophagus clarus* in the development of two varieties (Paricá and Guapuruvu) of arboreal *Schizolobium parahyba* species. The experiments were conducted in the field in Xambrê city, State of Paraná, Brazil. Were produced eight treatments: control; *Rhizobium*; *R. clarus*; fertilizer; *Rhizobium* + fertilizer; *Rhizobium* + *R. clarus*; *R. clarus* + fertilizer; *Rhizobium* + *R. clarus* + fertilizer. For the production of the treatments were used 10 grams of arbuscular mycorrhizal fungus inoculum *R. clarus*, 1 mL of cell suspension (3.3×10^7 CFU/mL) of the bacteria *Rhizobium* sp. and 130 g of fertilizer NPK 5/20/20 per hole. The height of the plants was evaluated 37, 111, 250 and 360 days after planting, the diameter at 250 and 360 days, survival and foliar analysis at 360 days. To compare the averages of the treatments was used ANOVA followed by Duncan's test ($\alpha = 0.05$). In all periods evaluated, both varieties of *S. parahyba* showed a positive effect on height, diameter and survival in fertilized treatments. In concerning to foliar analysis, there was no significant difference in the amount of nitrogen and phosphorus between treatments. For the treatments with guapuruvu MA fungus and fungal MA + *Rhizobium* provided a lower survival, suggesting that competition has occurred with existing grassy area. These results demonstrate the fertilizer favored the development of guapuruvu and paricá, and the inoculation with microorganisms proves inefficient when grown in an area with grass.

Index terms: Tropical tree species, Guapuruvu, Paricá, *Rhizophagus clarus*, *Rhizobium* sp., survival.

1 Introdução

A diminuição de áreas florestais no Brasil tem se agravado nas últimas décadas em função da exploração comercial como a derrubada de matas para o uso intensivo de madeiras (Tabarelli & Mantovani, 1999) e para a criação de novas áreas para o sistema agropecuário (Dent & Wright, 2009). Nos últimos anos a Amazônia Legal tem sido bastante desmatada para fins econômicos. A restauração destes ecossistemas é de extrema importância, pois em um desmatamento há diminuição do estoque de nutrientes essenciais, o que coloca em risco o equilíbrio ecológico da região (Gomes & Luizão, 2011). Com relação à Mata Atlântica a situação é mais preocupante. Os índices de desmatamento indicam uma perda drástica de cobertura florestal nas últimas décadas, restando atualmente apenas 8,5% de remanescentes florestais acima de 100 hectares, que somados aos fragmentos de mata nativa entre 3 e 99 hectares, totalizam 12,5% da cobertura original (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013). Dessa forma, a necessidade de restauração da Mata Atlântica é extrema, pois é uma das áreas mais ricas em biodiversidade e ameaçadas do planeta (Myers et al., 2000).

Diante desta realidade, para recuperação das grandes áreas que foram desmatadas e degradadas, as leguminosas têm sido uma alternativa eficiente, pois possibilitam inúmeras vantagens para essa prática, tais como rápido crescimento e eficiência na solubilização dos nutrientes ao longo do perfil vertical e horizontal do solo, permitindo que eles sejam absorvidos, reciclados e disponibilizados para outras plantas (Fernandes, 1999; Lovato et al., 2004; Perin et al., 2004; Queiroz et al., 2007). O *Schizolobium parahyba* var. *parahyba* (Vell.) S. F. Blake. popularmente conhecido como guapuruvu, endêmico da Mata Atlântica, e o *S. parahyba* var. *amazonicum* Huber ex. Ducke, da região da Amazônia, também chamado de paricá, são duas variedades de espécie arbórea leguminosa (subfamília Caesalpinioideae) de rápido crescimento que têm sido utilizadas em projetos de recuperação de áreas

degradadas. Além disso, estas variedades, por apresentarem madeira de boa qualidade, têm motivado seu cultivo extensivo pelo setor madeireiro (Pietrobon & Oliveira, 2004; Carvalho, 2005; Rosa, 2006).

O uso da inoculação de microrganismos promotores de crescimento, tais como fungos micorrízicos arbusculares (MA) e bactérias fixadoras de nitrogênio (FN) na silvicultura têm sido uma opção para melhorar o processo de produção florestal (Siviero et al., 2008), uma vez que no solo há várias espécies de microrganismos que atuam nos ciclos biogeoquímicos e são determinantes para melhorar a fertilidade do solo e o desenvolvimento das plantas (Andrade, 2004; Marin et al., 2010; Hernández-Ortega et al., 2011). Em alguns estudos realizados com leguminosas, tem sido avaliado o efeito da dupla inoculação com bactérias diazotróficas e fungos MA, mostrando que a ação sinérgica destes microrganismos pode trazer benefícios às culturas sendo estas associações importantes em meios onde o nitrogênio e o fósforo são limitantes ao crescimento vegetal (Monteiro, 1990; Miyauchi et al., 2008; Siviero et al., 2008; Marin et al., 2010).

O emprego de fertilizantes químicos é uma prática usual nos viveiros florestais, funcionando como uma valiosa ferramenta no controle do tamanho e vigor das mudas (Ribeiro et al., 2001). No entanto, são raras as informações encontradas na literatura atual sobre a utilização de fertilizantes com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) no crescimento de *S. parahyba* (Caione et al., 2012; Vieira et al., 2013).

Goulart et al. (2012) enfatizam a importância de pesquisas a respeito das espécies nativas, pois, em sua maioria, apresentam possibilidade de múltiplos usos, além de reunirem características favoráveis de adaptação às condições do ambiente, mas, para isso, é preciso conhecer o seu potencial tecnológico. No entanto, estudos sobre o crescimento das espécies florestais nativas cultivadas em monocultivo, ainda são pouco praticados, podendo ser

considerado um dos fatores limitantes ao aumento das áreas reflorestadas para as atividades ambiental e comercial (Sacramento et al., 2012).

O presente trabalho objetiva avaliar o efeito da adubação com NPK e das inoculações do fungo MA *Rhizophagus clarus* e da bactéria diazotrófica *Rhizobium* sp. no desenvolvimento de *S. parahyba* var. *parahyba* e *S. parahyba* var. *amazonicum* em condições de campo.

2 Material e métodos

2.1 Área experimental

Os experimentos foram desenvolvidos na estação experimental do Instituto Agronômico do Paraná, no município de Xambê – PR, Brasil (23° 44' S e 53° 29' W) de outubro de 2012 a outubro de 2013. O clima da região é subtropical (Cfa), de acordo com Köppen (IAPAR, 2000) e o solo é um Latossolo vermelho distrófico típico (Santos et al., 2006). Na área de estudo do guapuruvu (120 m x 60 m) e do paricá (156 m x 30 m) havia presença de *Urochloa* sp., que foi controlada antes do plantio com a aplicação de herbicida (glifosato), uma vez que, essa gramínea pode favorecer o desenvolvimento dos fungos MA nativos, prejudicando o estabelecimento da estirpe inoculada.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados contendo 8 tratamentos com cinco repetições no espaçamento de 3 m x 3 m para ambas as áreas, totalizando 10 árvores amostradas por parcela no experimento com o paricá e 6 árvores por

parcela com o guapuruvu. Para a produção dos tratamentos utilizou-se fungo MA (*R. clarus*), bactéria FN (*Rhizobium* sp.) e adubo NPK. Estes foram distribuídos da seguinte forma: 1. Controle; 2. *Rhizobium*; 3. *R. clarus*; 4. Adubo; 5. *Rhizobium* + Adubo; 6. *Rhizobium* + *R. clarus*; 7. *R. clarus* + Adubo; 8. *Rhizobium* + *R. clarus* + Adubo.

2.3 Solo e planta

As sementes de guapuruvu foram coletadas no campus da Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR e as de paricá eram oriundas do Pará, fornecidas pelo grupo Arboris. Antes da semeadura foi realizada a quebra de dormência das sementes pelo método de escarificação mecânica. Este método apresenta uma alta porcentagem de germinação das sementes de *S. parahyba* (Falesi & Santos, 1996). A produção de mudas foi realizada em casa de vegetação, onde havia presença de sombrite, em tubetes de 180 cm³ contendo substrato comercial Plantmax® e solo na proporção 1:1. O solo foi esterilizado por vapor fluente. As mudas foram levadas para a estação experimental do IAPAR após 46 dias da germinação. Antes do plantio as mudas foram expostas a luz solar direta por 14 dias para rustificação.

A análise química do solo esterilizado foi a seguinte: pH 4,60; H+Al 5,76 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ 0,21 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ 1,72 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ 1,19 cmol_c dm⁻³; K⁺ 0,27 cmol_c dm⁻³; P 11,40 mg dm⁻³; C 12,93 g dm⁻³; S 3,18 mg dm⁻³.

Os atributos químicos do solo da área onde o guapuruvu foi plantado: pH (CaCl₂) 4,7; H+Al 4,43 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ 0,12 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ 0,89 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ 0,47 cmol_c dm⁻³; K⁺ 0,21 cmol_c dm⁻³; P 11,95 mg dm⁻³; C 5,25 g dm⁻³; S 1,58 mg dm⁻³. Com relação à área experimental do paricá a caracterização química do solo foi: pH (CaCl₂) 4,8; H+Al 3,82 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ 0,05 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ 1,1 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ 0,51 cmol_c dm⁻³; K⁺ 0,19 cmol_c dm⁻³; P 5,95 mg dm⁻³; C 5,60 g dm⁻³; S 1,8 mg dm⁻³.

2.4 Inoculação com bactéria fixadora de nitrogênio

A bactéria *Rhizobium* sp., isolada a partir de nódulos presentes em *Acacia* sp., foi obtida do estoque bacteriano do Laboratório de Ecologia Microbiana (LEM) da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná, Brazil. Este microrganismo foi cultivado em meio YMA (Vincent, 1970) mais vermelho congo (0,25%) e incubado a 28 °C por 48 h em agitação, para a obtenção de bactérias na fase log para inoculação no solo. As bactérias foram ressuspensas em solução salina estéril (NaCl 0.85%). A concentração final do inóculo bacteriano foi de $3,3 \times 10^7$ unidades formadoras de colônia (UFC mL⁻¹) ajustadas por comparação visual de solução padrão CaCO₃. A inoculação das mudas dos tratamentos com *Rhizobium* foi feita após 15 dias da germinação, quando haviam aberto o primeiro par de folhas. Cada tubete recebeu 1 mL do inóculo da suspensão bacteriana.

2.5 Inoculação com fungo MA

O inóculo de *R. clarus* foi obtido da coleção do LEM e propagado em vasos contendo solo e areia esterelizados na proporção 1:1, com *Urochloa decumbens* como planta hospedeira. O inóculo foi mantido em casa de vegetação com temperatura entre 25 e 28 °C com incidência de luz natural. Antes da inoculação foi avaliada uma amostra do inóculo a partir da extração dos esporos por peneiramento úmido e decantação, contabilizando 20 esporos por grama do inóculo (Gerdemann; Nicolson, 1963). Dessa forma, foram inoculados 10 gramas de inóculo bruto (contendo esporos e raízes colonizadas), antes da semeadura, em cada tubete nos tratamentos que continham fungos MA. Para isso foi retirada uma camada de solo dos tubetes para aplicação do inóculo e acima deste foi adicionado mais uma camada de solo para posterior semeadura.

2.6 Adubação dos tratamentos e plantio

Nas áreas de plantio foram adicionados 130 g de adubo químico NPK 20-05-20 por cova na metade dos tratamentos. A proporção dos nutrientes N, P e K foi determinada a partir do resultado da análise química do solo. A adubação foi feita de 0 - 10 cm da superfície do solo, e acima do adubo foi adicionada uma camada fina de solo para posterior recebimento das mudas.

As mudas foram plantadas com 250 mL por cova de gel hidrorretentor visando melhor pegamento das plantas, uma vez que o solo é mais arenoso.

2.7 Coleta de dados

2.7.1 Análise do crescimento e sobrevivência

O crescimento inicial das plantas foi avaliado pela altura (cm), medido da base do caule à gema apical aos 37, 111, 250 e 360 dias após o plantio, e o diâmetro do colo (10 cm acima do solo) foi avaliado aos 250 e 360 dias após o plantio.

A análise de sobrevivência foi feita através da porcentagem de sobrevivência (Santos Junior et al., 2006) obtida por meio da razão entre o total de plantas vivas após 12 meses do plantio e o número de mudas que foram plantadas no início do experimento em cada tratamento.

2.7.3 Teores foliares de P e N

Foram determinados os teores foliares de fósforo e nitrogênio em todos os tratamentos no final do experimento. As folhas foram coletadas do terço médio da planta e os

folíolos foram retirados da folha para análise, após terem sido secos em estufa a 60 °C. O nitrogênio foi quantificado pelo Laboratório de Solos do IAPAR e o fósforo pelo laboratório de ecologia microbiana (LEM) da UEL. Os nutrientes fósforo e nitrogênio foram extraídos por digestão nitroperclórica e digestão sulfúrica, respectivamente (Sarruge & Haag, 1974) e determinados por espectrofotometria.

2.7.4 Contagem de esporos e determinação da colonização de raízes por fungos MA

Antes de se iniciar o plantio foi coletada uma amostra composta do solo em pontos espaçados no perímetro de cada área, na camada de 0 - 10 cm de profundidade, para determinação da colonização micorrízica de raízes e quantificação dos esporos nativos da área experimental. No final do experimento, também foram coletadas amostras compostas do solo de cada tratamento a uma distância de 20 - 30 cm do caule da planta na camada de 0 - 10 cm de profundidade para avaliação da colonização de raízes e para contagem de esporos para determinar a presença de *R. clarus* inoculada juntamente com as plantas, e a presença de fungos MA nativos. Os esporos foram extraídos pelo método de peneiramento úmido e decantação (Gerdemann; Nicolson, 1963), a partir de 100 g de solo de cada amostra e quantificados, com auxílio de um microscópio estereoscópico. Para separação dos esporos de *R. clarus* dos demais fungos MA presentes na área foi avaliado de acordo com critérios morfológicos descritos nas páginas do INVAM (2014) e na literatura especializada (Nicolson & Schenck, 1979; Blaszkowski, 1994; Schubler & Walker, 2010).

As raízes foram analisadas antes do plantio a partir da coleta de raízes de *Urochloa* sp. que estavam presentes nas áreas experimentais. E no final do experimento foram avaliadas as amostras de raízes de guapuruvu e paricá. As raízes foram separadas da amostra de solo, lavadas e coradas pelo método de coloração e clarificação de Philips & Hayman

(1970) e para análise de colonização utilizou-se a técnica de interseção dos quadrantes (Giovannetti & Mosse, 1980).

2.7.5. Análise estatística

Foi utilizado o teste de Shapiro Wilk com $\alpha = 5\%$ para verificar se os dados seguem uma distribuição normal. Para verificar se os dados são homocedásticos (com variâncias homogêneas) foi utilizado o teste de Bartlett com $\alpha = 5\%$. Os dados que não apresentaram distribuição normal e homocedasticidade de variâncias, aplicou-se uma transformação para que os pressupostos da análise de variância fossem atendidos. A transformação utilizada foi do logaritmo neperiano (\ln), ou seja, $y^* = \ln(y)$, em que y^* são os dados transformados e y os dados originais (Box & Cox, 1964).

Os resultados foram submetidos à análise de variância para todas as variáveis coletadas. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan através do programa estatístico R. Em todos os testes, $p < 0,05$ foi considerado significativo.

3 Resultados e discussão

Ao analisar os dados de crescimento do guapuruvu foi verificado que aos 37, 111, 250 e 360 dias as médias dos tratamentos que foram inoculados com microrganismos promotores de crescimento e receberam adubação e o tratamento apenas adubado são similares e apresentaram um melhor efeito no desenvolvimento em altura das plantas diferindo-se dos tratamentos sem adubação (Tabela 1 e Figura 1a, b). Esse resultado também foi verificado para a análise de diâmetro do colo aos 250 dias (Tabela 3, Figura 3 a,).

Com relação à altura em todos os períodos de avaliação, e o diâmetro no período de 250 dias os tratamentos não adubados e inoculados apresentaram médias significativamente iguais ao controle. (Tabela 1, 3 e Figura 1a, b; 3 a).

O adubo também favoreceu o maior desenvolvimento em altura e diâmetro para o paricá (Tabela 2, 4 e Figura 2 a, b; 4 a, b). Todos os tratamentos que foram adubados apresentaram médias significativamente maiores do que os tratamentos não adubados (Tabela 2 e 4). Estes resultados corroboram com o trabalho de Vieira et al. (2013), em que foi verificado uma resposta positiva ao adubo NPK para o crescimento em altura e diâmetro de *S. amazonicum*.

No entanto, aos 360 dias o tratamento com fungo MA + *Rhizobium* sp. apresentou uma média semelhante aos tratamentos adubados e não adubados (Tabela 3 e Figura 3 b). Assim, este tratamento pode ter sido um pouco mais eficiente que os demais tratamentos não adubados após o período de geada, mostrando que a dupla inoculação favorece a resistência a períodos de estresse (Janos, 1996; Biró et al., 2000). Para o crescimento e estabelecimento de diversas espécies arbóreas, a dupla inoculação rizóbio e fungo MA tem se mostrado um procedimento vantajoso, favorecendo, por exemplo, a produção de biomassa em razão da maior absorção e fixação de nutrientes (Herrera et al., 1993). No estudo de Siviero et al. (2008) também foi observado que a dupla inoculação rizóbio e fungo MA favoreceu o desenvolvimento da variedade paricá tanto no viveiro quanto no campo.

Para as plantas de guapuruvu, aos 37 dias do plantio não houve diferença entre os tratamentos com relação à sobrevivência, mas aos 110 dias houve uma diferenciação dos tratamentos adubados para os que não receberam adubação, sendo que as plantas adubadas apresentaram uma maior taxa de sobrevivência (Figura 5a). Aos 250 dias esta diferença se manteve, no entanto, as plantas dos tratamentos inoculados sem adubação apresentaram taxa de sobrevivência menor que a do controle. Entre o período de 250 dias e 360 dias (mês de

julho) houve uma geada que afetou ambas as áreas do experimento. No caso do guapuruvu, foi observado que os tratamentos com adubo e fungo MA + adubo proporcionaram uma melhor resposta a esse estresse abiótico, apresentando 77% de plantas sobreviventes. O tratamento com *Rhizobium* sp. + adubo apresentou um porcentagem semelhante (73%) e a dupla inoculação com adição de adubo favoreceu 67% de sobrevivência, mas o tratamento *Rhizobium* sp. sem adubação, resultou em 43% de sobreviventes. Os tratamentos com fungo MA (30%) e com fungo MA + *Rhizobium* sp. (23%) apresentaram-se inferior ao controle (40%), sugerindo que o guapuruvu pode ter sofrido competição com gramíneas afetando sua sobrevivência. Essa depressão na sobrevivência pode ter ocorrido pelo fato de ao longo do experimento ter ocorrido o retorno e crescimento da gramínea *Urochloa* sp. ao redor das plantas. Em áreas dominadas por gramíneas, o efeito negativo da competição abaixo do solo sobre o desenvolvimento das plântulas arbóreas tem sido associado à grande quantidade de raízes produzidas pelas gramíneas (Nepstad et al. 1996, Coll et al., 2004, Gunaratne et al. 2011) e pelas características morfológicas de suas raízes as quais possuem elevados comprimentos total e específico, diâmetro pequeno e são densamente cobertas por longos pelos absorventes (Zangaro et al., 2008, 2012). Essa elevada densidade de raízes das gramíneas reduz o espaço livre no solo e obstrui fisicamente a alongação das raízes das plântulas arbóreas iniciais (Messier et al., 2009).

Pelo fato do fungo MA apresentar uma baixa especificidade em relação às plantas hospedeiras (Smith & Read 2008), há a possibilidade que suas hifas colonizem simultaneamente as raízes de mais de uma planta, inclusive de espécies diferentes, formando no solo uma rede de hifas denominada rede micorrízica comum (RMC) (Fitter et al., 1998). Nos estudos de Olson et al. (2010), a partir de moléculas marcadas com isótopos de carbono radioativo, foi demonstrado que o carbono pode ser transferido entre os sistemas de raízes

conectados através da RMC e que esse carbono também pode permanecer nas estruturas fúngicas no interior das raízes, não ocorrendo sua transferência para a parte aérea da planta. Dessa forma a diminuição da sobrevivência possivelmente causada pela competição com a gramínea corrobora com o trabalho de Lescano et al. (2014) em que a morte precoce de mudas de árvores iniciais associada a RMC pode ter ocorrido pelo dreno adicional de C das mudas para o fungo MA, que foi mediada pela gramínea.

No estudo de Lescano et al. (2014) foi observado que mudas de plantas arbóreas nas fases iniciais de sucessão, colonizadas por fungos MA, cultivadas em concorrência com *U. brizantha* apresentou um crescimento limitado, resultando em redução da capacidade fotossintética, mas as mudas ainda apresentaram alta intensidade de colonização das raízes. Essa alta colonização nas raízes das mudas pode ter sido auxiliada pelo carbono transferido por *U. brizantha*, uma vez que o fungo MA também deprimiu o crescimento desta gramínea. Esta depressão pode ser explicada pelo fato de ocorrer a formação de RMC ligando as raízes de gramínea com a planta arbórea, e o fluxo de carbono de ambas as plantas acabou sendo drenado para o fungo MA.

Para *S. parahyba* var. *amazonicum* no início do experimento pode ser observado uma diferença na porcentagem de sobrevivência das plantas adubadas e das plantas não adubadas. No tratamento que foi apenas adubado 100% das plantas sobreviveram até os 250 dias após o plantio (Figura 5b). No final do experimento, todos os tratamentos apresentaram uma maior porcentagem de sobrevivência comparada ao controle (18%). Os tratamentos *Rhizobium* sp. e fungo MA apresentaram uma sobrevivência de 22% e 28% respectivamente e a dupla inoculação destes microrganismos proporcionou 26%. Com relação aos tratamentos inoculados e com adição de adubo pode ser observado que há um aumento da porcentagem de sobrevivência, sendo o tratamento *Rhizobium* sp. + adubo com 34% de sobrevivência e fungo MA + adubo com 36%. Para esta variedade a maior porcentagem de sobrevivência das

plantas, com 52%, foi favorecida pela interação dos dois microrganismos promotores de crescimento mais adubo, sendo que a adubação isolada apresentou 48% de plantas sobreviventes.

A partir dos resultados de sobrevivência pode-se observar que as plantas de paricá sofreram muito mais com a geada, uma vez que, são endêmicas da Amazônia região que possui temperaturas mais elevadas onde há predomínio do clima equatorial. Carvalho (2007) relata que a temperatura média do mês mais frio é de 23,2 °C (Rio Branco, AC) a 25,2 °C (Óbidos, PA) e que o paricá é uma espécie que não tolera baixas temperaturas. Souza et al. (2011) verificaram que o guapuruvu é muito suscetível à geada e obteve 100% das plantas que foram testadas danificadas, além de perdas no crescimento em altura. Assim, confirma-se que as duas variedades de *S. parayba* são suscetíveis às quedas bruscas de temperatura.

Após avaliar os resultados de altura, diâmetro e sobrevivência foi possível verificar que o inóculo *Rhizobium* sp. não proporcionou desenvolvimento significativo para a espécie *S. parahyba*, sendo efetivo apenas com adição do adubo, diferenciando do trabalho de Sivieiro et al. (2008), em que se obteve um efeito positivo de *Rhizobium* sp. no crescimento do paricá. Isso pode ter ocorrido por vários fatores que influenciaram a eficiência simbiótica de rizóbio em condições de campo, tais como temperatura, acidez do solo, concentração de nutrientes e a planta a ser inoculada. A ação conjunta destes fatores pode promover perda de resposta à inoculação, diminuindo a eficiência da planta em estabelecer uma relação simbiótica com bactérias (Moraes et al., 2010).

A avaliação da presença de fungo MA realizada na área experimental do guapuruvu antes do plantio contabilizou 1300 esporos totais por 100 g de solo, mas aos 360 dias após o plantio, a quantidade de esporos totais foi bem menor, sendo o maior valor apresentado pelo tratamento com fungo MA (234 esporos). Com relação aos esporos de *R. clarus*, no final do experimento todos os tratamentos que foram inoculados com este fungo

MA apresentaram uma maior porcentagem de esporos desta espécie. O fungo MA + *Rhizobium* favoreceu uma maior porcentagem de esporos do inoculante (34%) comparado aos demais tratamentos. Na área experimental do paricá o solo coletado antes do plantio apresentou 400 esporos em 100 g de solo e após um ano do experimento também houve uma redução na quantidade de esporos totais, sendo o tratamento fungo MA + *Rhizobium* sp. com o maior número de esporos (196). Com relação a quantidade dos esporos da espécie de fungo inoculada, o tratamento fungo MA apresentou 44% de esporos de *R. clarus*, e todos os demais tratamentos que foram inoculados com este fungo MA apresentaram uma porcentagem de esporos maior que os tratamentos que não receberam a inoculação.

Como pode ser observado, em ambas as variedades houve uma redução brusca do número de esporos do início do experimento para o final (Tabelas 5 e 6). A maior esporulação no início do experimento pode ser atribuída a elevada quantidade de gramínea pré-existente na área experimental, a qual possui uma alta densidades de raízes finas que contribuem para uma maior colonização. Conforme o trabalho de Zangaro et al. (2013) a colonização de fungo MA e densidade de esporos de fungo apresentaram correlações positivas com a morfologia de raízes finas, sugerindo que as características das raízes influenciam fortemente a associação. Além disso, a disponibilidade de raízes finas pode aumentar as chances de contato com propágulos de fungo MA aumentando a probabilidade de desenvolvimento (Zangaro et al. (2005).

A respeito da colonização das raízes de *Urochloa* sp. presente na área experimental do guapuruvu antes do plantio apresentou 58% das raízes colonizadas. No final do experimento foi verificado que as plantas de guapuruvú para os tratamentos *R. clarus* + *Rhizobium* sp. + adubo (70%); *R. clarus* + adubo (60%); adubo (59%) apresentaram uma maior porcentagem de colonização comparada aos demais tratamentos (Tabela 5) e ao período inicial do experimento. Os tratamentos *R. clarus* (54%); *R. clarus* + *Rhizobium* sp. (55%)

apresentaram uma porcentagem semelhante ao tratamento *Rhizobium* sp. + adubo (56%), e o *Rhizobium* sp. sem adubação apresentou 46% das raízes colonizadas, valor percentual mais aproximado do controle (41%). É importante destacar que as plantas que receberam os dois inoculantes + adubo apresentaram uma porcentagem de raízes colonizadas (70%) consideravelmente maior que os demais tratamentos (Tabela 5), mostrando que a adubação aplicada na área não foi prejudicial a colonização das raízes, uma vez que, as condições de elevada fertilidade do solo, especialmente N e P (Siqueira & Franco, 1988) assim como Mn, Zn e Cu (Bagyaraj, 1991), em geral, inibem a micorrização (Cavalcante et al., 2009).

Na área experimental do paricá antes do plantio as raízes *Urochloa* sp. apresentaram 51% de colonização com fungos MA. Após um ano do plantio foi verificado que os tratamentos *R. clarus* + adubo (63%); *R. clarus* + *Rhizobium* sp. + adubo (62%) apresentaram uma maior porcentagem de colonização comparada aos demais tratamentos (tabela 6) e ao período inicial do experimento. O inóculo *Rhizobium* sp. sem adubação apresentou uma menor porcentagem de colonização (34%) sendo inferior ao controle (36%) e os tratamentos *Rhizobium* sp. + fungo MA (39%); fungo MA (49%) proporcionaram uma porcentagem inferior a colonização da área avaliada antes do experimento. Assim, pode-se observar que todos os tratamentos adubados de ambas as variedades apresentaram mais que 50% das raízes colonizadas por fungos MA (tabelas 5 e 6). Contudo, o tratamento com *R. clarus* apesar de ter favorecido a colonização de 54% das raízes do guapuruvu e 49% do paricá, não foi possível observar um efeito positivo da colonização no crescimento destas plantas (Tabelas 1, 2, 3 e 4), sendo mais um fator indicativo que a gramínea pode ter alterado a interação entre o fungo MA com as variedades de *S. parahyba*, como já foi discutido anteriormente, concordando com o trabalho de Lescano et al. (2014), em que conclui que a presença da gramínea altera a interação entre os fungos MA e as plântulas de arbóreas iniciais através da formação de uma rede de hifas que liga os sistemas de raízes das plântulas e da

gramínea e reduz o crescimento da espécie arbórea, intensificando ainda mais o efeito negativo da competição no solo.

Plantas de rápido crescimento, como da espécie *S. parahyba*, apresentam alta taxa de absorção de nutrientes e rápida elevação na taxa de absorção em resposta ao aumento das concentrações externas de nutrientes, quando comparadas com plantas de espécies de crescimento lento (Aerts, 2000). De acordo com Novais & Smyth (1999), ainda que se tenha uma quantidade considerável de P no solo, na maioria das vezes, menos de 0,1% encontra-se em solução (P-disponível), ou seja, imediatamente disponível para a absorção do vegetal. Dessa maneira, os fungos MA podem desempenhar um papel importante na absorção do fósforo para ambas as variedades, pois as hifas dos fungos MA funcionam como uma extensão do sistema radicular disponibilizando uma superfície extra de absorção, permitindo uma maior captação deste nutriente pela planta em troca de carbono disponibilizado pelo hospedeiro (Fitter et al., 2011). As bactérias dizotróficas também podem promover o crescimento vegetal tanto pela fixação biológica de nitrogênio como pela produção de substâncias que auxiliam o crescimento radicular, como o ácido indol acético, entre outros (Moreira et al., 2010). No estudo realizado por Lanza et al. (1996), foi verificado que o paricá apresenta uma baixa produção de biomassa na ausência de N evidenciando que esta espécie necessita de uma alta disponibilidade deste nutriente para o seu desenvolvimento inicial. No entanto, não foram detectadas diferenças significativas no efeito do adubo e dos microrganismos promotores de crescimento com relação aos teores foliares de fósforo e nitrogênio nas variedades da espécie *S. parahyba* (Tabela 7 e 8).

4 Conclusões

O adubo na presença ou não de inoculantes, proporcionou bons resultados no desenvolvimento de ambas variedades de *S. parahyba* com relação ao crescimento em altura e diâmetro do colo, e maiores taxas de sobrevivência possibilitando identificar que o adubo NPK 20-05-20 pode aumentar o rendimento do sistema de cultivo do guapuruvu e do paricá. No entanto, sugere-se mais estudos com relação a ação do fungo MA em campo sem interferências da gramínea no desenvolvimento desta espécie e a avaliação do efeito do adubo e da inoculação com microrganismos promotores de crescimento na qualidade da madeira, uma vez que é um resultado muito importante para silvicultores.

5 Referências bibliográficas

- AIDAR, M. P. M; CARRENHO, R.; JOLY, C. A. Aspects of arbuscular mycorrhizal fungi in an Atlantic Forest chronosequence. **Biota Neotropica**, v. 4 , n. 2, p. 1–15, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1676-06032004000200005&script=sci_arttext>. Acesso em: 05 fev. 2015.
- ANDRADE, G. Role of functional groups of microorganisms on the rhizosphere microcosm dynamics. In: Varma, A.; Abbott, L.; Werne, D.; Hampp, R. **Plant Surface Microbiology**. New York: Springer-Verlag, 2004. p. 51-68.
- AERTS, R.; CHAPIN, F. S. III The mineral nutrition of wild plants. Revisited: A re-evaluation of processes and patterns. **Advances in Ecological Research**, v. 30, p. 1-67. 2000.

BAGYARAJ, D. J. **Ecology of vesicular–arbuscular mycorrhizae**. In: Arora, D.K., Rai, B., Mukerji, K.G. & Knudsen, G.R. (Eds.) Handbook of applied micology: soil and plant. New York. Marcel Dekker. 1991. v.1. pp.4–34.

BIRÓ, B.; KOVES-PECHY, K.; VORS, I.; TAKACS, T.; EGGENBERG, P.; STRASSER, R.J. Interrelations between *Azospirillum* and *Rhizobium* nitrogenfixers and arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of alfalfa in sterile, AMF-free or normal soil conditions. **Applied Soil Ecology**, v.15, p.159-168, 2000.

BLASZKOWSKI, J. *Glomus clarum* (Glomales, Zygomycetes), a new vesicular-arbuscular fungus to Poland. **Mycotaxon**, v. 52, p. 99-107, 1994.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An Analysis of transformations. Journal of the Royal Statistical, Society. **Series B (Methodological)**, vol. 26, n. 2, pp. 211-252, 1964. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2984418>>. Acesso em 28 jan. 2015.

CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.

CARVALHO, P. E. R. **Brazilian tree species**. Brasília: Embrapa technological information; Colombo – Paraná: Embrapa Florestas, v. 1, p. 1039, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Guapuruvu**. Circular técnica 104, Embrapa Florestas ISSN 1517-5278, p. 1-10, 2005.

CARVALHO, P. E. R. **Paricá**, *Schizolobium amazonicum*. Circular técnica 142, Embrapa Florestas ISSN 1517-5278, p. 1-8, 2007.

CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; MAIA, L. C. Aspectos da simbiose micorrizica arbuscular. **Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agronomicas**, Recife, v. 5 e 6, p. 180 – 208, 2009.

COLL, L.; BALANDIER, P.; PICON-COCHARD, C. Morphological and physiological responses of beech (*Fagus sylvatica*) seedlings to grass-induced belowground competition. **Tree Physiology**, v. 24, p. 45-54, 2004.

DANIELS-HETRICK, B. A.; BLOOM, J. The influence of host plant on production and colonization ability of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores. **Mycologia**, New York, v. 78, n. 1, p. 32-36, 1986.

DENT, D. H.; WRIGHT, S. J. The future of tropical species in secondary forests: A quantitative review. **Biological Conservation**, v. 142 p. 2833-2843, 2009.

FALESI, I. C.; SANTOS, J. C. **Produção de mudas de paricá *Schizolobium amazonicum* Huber Ex. Ducke**, Belém: FCAP, 1996. 16 p. (FCAP. Informe Técnico, 20).

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 384, n. 9, p.1593-1600, jul. 1999.

FITTER, A. H.; GRAVES, J. D.; WATKINS, N. K.; ROBINSON, D.; SCRIMGEOUR, C. Carbon transfer between plants and its control in networks of arbuscular mycorrhizas. **Functional Ecology**, v. 12, p. 406-412, 1998.

FITTER, A. H.; HELGASON, T.; HODGE, A. Nutritional exchanges in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: Implications for sustainable agriculture. **Fungal Biology Reviews**, New York: v. 25, p.68-72, 2011.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, J. H. Spores of mycorrhizal Endogene species extracted from soil by wet-sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v.46, p. 235-244, 1963.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, p. 489-500, 1980.

GOMES, A. C. S.; LUIZÃO, F. J. Leaf and Soil Nutrients in a Chronosequence of Second-Growth Forest in Central Amazonia: Implications for Restoration of Abandoned Lands. **Restoration Ecology**, v. 20, n. 3, p. 339-345, 2012.

GOULART, S. L.; MORI, F. A.; RIBEIRO, A. O.; COUTO, A. M.; ARANTES, M. D. C.; MENDES, L. M. Análises químicas e densidade básica da madeira de raiz, fuste e galho de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) de bioma Cerrado. **Cerne**, Lavras, v.18, n.1, p.59-66, 2012.

GUNARATNE, A. M. T. A.; GUNATILLEKE, C. V. S.; GUNATILLEKE, I. A. U. N; MADAWALA WEERASINGHE, H. M. S. P.; BURSLEM, D. F. R. P. Release from root

competition promotes tree seedling survival and growth following transplation into-induced grassland in Sri Lanka. **Forest Ecology and Management**, v. 262, p. 229-236, 2011.

HELGASON, T., MERRYWEATHER, J. W., DENISON, J., WILASON, P., YOUNG, J. P.; FITTER, A. H. Selectivity and functional diversity in arbuscular mycorrhizas of cooccurring fungi and plants from a temperature deciduous woodland. **Journal of Ecology**, v. 90, p. 371-384, 2002.

HERRERA, M.A.; SALAMANCA, C.P.; BAREA, J.M. Inoculation of woody legumes with selected arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified mediterranean ecosystems. **Applied Environmental Microbiology**, v. 53, p. 129-133, 1993.

HERNÁNDEZ-ORTEGA, H. A.; ALARCÓN, A.; FERRERA-CERRATO, R.; ZAVALETA-MANCERA, H. A.; LÓPEZ-DELGADO, H. A.; MENDOZA-LÓPEZ, M. R. Arbuscular mycorrhizal fungi on growth, nutrient status, and total antioxidant activity of *Melilotus albus* during phytoremediation of a diesel-contaminated substrate. **Journal of Environmental Management**, v. 95, p. S319-S24, 2012.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. 2000. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 25 jan. 2015.

INVAM. International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi. 2014. Disponível em: <<http://invam.wvu.edu/the-fungi/classification/glomaceae/rhizophagus/clarum>> Acesso em: 02. jul. 2014.

JANOS, D. P. Mycorrhizas, succession, and the rehabilitation of deforested lands in the humid tropics. In: FRANKLAND, J. C.; MAGAN, N.; GADD, G. M. (Ed.) **Fungi and environmental change** – Cambridge: Cambridge University Press. p. 129-162. (British Mycological Society Symposium, 20). 1996.

LANZA, T. C. L., MOTA, P. E. F., LACERDA, M. P. C., CARVALHO, J. G. **Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) afetado pela omissão de macronutrientes, em solução nutritiva**. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS 22, 1996, Manaus. Resumos expandidos. Manaus: Universidade do Amazonas, p. 363-364, 1996.

LESCANO, L. E. A. M. **Gramíneas invasoras associadas a fungos micorrízicos dificultam o estabelecimento de plântulas arbóreas de crescimento rápido, mas não de arbóreas de crescimento lento, influenciando na trajetória da sucessão vegetal**. Londrina, Universidade Estadual de Londrina, 2014. 120p. (Tese de Doutorado)

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BATYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p.175-187, 2004.

MARIN, M.; MENA, J.; FRANCO, R.; PIMENTEL, E.; SÁNCHEZ, I. Effects of the bacterial-fungal interaction between *Tsukamurella paurometabola* C 924 and *Glomus fasciculatum* and *Glomus clarum* fungi on lettuce micorrhizal colonization and foliar weight. **Biotecnologia Aplicada**, v. 27, p.48-51, 2010.

MESSIER, C.; COLL, L.; POITRAS-LARIVIÈRE, A.; BÉLANGER, N.; BRISSON, J. Resource and non-resource root competition effects of grasses on early- versus late-successional trees. **Journal of Ecology**, v. 97, p. 548-554, 2009.

MIYAUCHI, M. Y. H.; LIMA, D. S.; NOGUEIRA, M. A.; LOVATO, G. M.; MURATE, L. S.; CRUZ, M. F.; FERREIRA, J. M.; ZANGARO, W.; ANDRADE, G. Interactions between diazotrophic bacteria and mycorrhizal fungus in maize genotypes. **Scientia Agricola** (Piracicaba, Braz.), v.65, n.5, p.525-531, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162008000500012&script=sci_arttext>.

Acesso em: 14 fev. 2015.

MONTEIRO, E. M. S. **Resposta de leguminosas arbóreas à inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos em solo ácido**. Itaguaí, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1990. 221p. (Tese de Doutorado)

MORAES, W. B.; MARTINS FILHO, S.; GARCIA, S. G. O.; CAETANO, S. P.; MORAES, W. B.; COSMI, F. C. Evaluation of biological fixation of nitrogen in *Rhizobium* under water deficit. **Idesia**, v. 28, p. 61-68, 2010.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: e diversidade, ecologia e potencial de aplicação, **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74-99, 2010.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p.853-858, 2000.

NICOLSON, T. H.; SCHENCK, N. C. Endogonaceous mycorrhizal endorhytes in: Florida. **Mycologia**, v.71, p.178-198, 1979.

NEPSTAD, D. C.; UHL, C.; PEREIRA, C. A.; SILVA, J. M. C. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. **Oikos**, v. 76, p. 25-39, 1996.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399 p.

OLSSON, P. A.; RAHM, J.; ALIASGHARZAD, N. Carbon dynamics in mycorrhizal symbioses is linked to carbon costs and phosphorus benefits. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 72, p. 123-131, 2010.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infections. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 55, p. 158-161, 1970.

PIETROBOM, R. C. V.; OLIVEIRA D. M. T., Morfoanatomia e ontogênese do pericarpo de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Fabaceae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de botânica**, v. 27, 2004.

QUEIROZ, L. R.; COELHO, F. C.; BARROSO, D. G.; QUEIROZ, V.A.V. Avaliação da produtividade de fitomassa e acúmulo de N, P e K em leguminosas arbóreas no sistema de aleias, em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 383-390, 2007.

RIBEIRO, G. T; PAIVA, H. N.; JACOVINE, L. A. G.; TRINDADE, C. **Produção de mudas de Eucalipto**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 112p.

ROSA, L. dos S. Ecologia e silvicultura do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) na Amazônia brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n.45, p. 135-147, jan/jun. 2006.

SACRAMENTO, A. S.; SOUZA, D. R.; SANTOS, D. W. F. N. Potencialidades de espécies lenhosas nativas para produção madeireira, cultivadas em solos degradados. **Scientia Plena**, Aracaju, v.8, n.4, 2012.

SANTOS JUNIOR, U. M., GONÇALVES, J. F. C., FELDPAUSCH, T. R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in Central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v.226, p.299-309, 2006.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Química, 1974. 56p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F. & CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

SCHUBLER, A.; WALKER, C. **The Glomeromycota: A species list with new families and new genera**. Libraries at the Royal Botanic Garden Edinburgh and Kew and Oregon State University, USA, 2010. Disponível em: <www.amf-phylogeny.com>. Acesso em: 14 nov. 2014.

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

SIVIEIRO, M. A.; MOTTA, A. M.; LIMA, D. S.; BIROLLI, R. R.; HUH, S. Y.; SANTINONI, I. A.; MURATE, L. S.; CASTRO, C. M. A.; MIYAUCHI, M. Y. H.; ZANGARO, W. NOGUEIRA, M. A.; ANDRADE, G. Interaction among N-fixing bacteria and AM fungi in Amazonian legume tree (*Schizolobium amazonicum*) in field conditions. **Applied soil ecology**, v.39, p.144–152, 2008.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal Symbiosis**, 3ed. Academic Press, London, 2008.

SOS Mata Atlântica [online]. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-cao/a-mata-atlantica/>> Acesso em: 28 out. 2013.

SOUZA, V. Q.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; BAMBERG, R.; VIAN, A. L. Resistance of arboreal species submitted to extreme frost in different agroforestry systems. **Ciência Rural**, v. 41, p. 972-977, 2011.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p. 239-250, 1999.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S.; SACARAMUZZA, J. F. Influência da adubação NPK no crescimento em altura e diâmetro de mudas de *Schizolobium amazonicum*. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 4., 2013, Salvador. **Anais Eletrônicos...**, Salvador. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/XI-084.pdf>> Acesso em: 21 jan. 2015.

VINCENT, J. M. **A manual for the practical study of root-nodules bacteria**. Brackwell Science Publication, Oxford, 1970. p. 159.

ZANGARO, W.; NISHIDATE, F. R.; CAMARGO, F. R. S.; ROMAGNOLI, G. G.;

VANDRESEN, J. Relationships among arbuscular mycorrhizas, root morphology and seedling growth of tropical native woody species in southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, p. 529-540, 2005.

ZANGARO, W.; ASSIS, R. L.; ROSTIROLA, L. V.; SOUZA, P. B.; GONÇALVES, M. C.; ANDRADE, G.; NOGUEIRA, M. A. Changes in arbuscular mycorrhizal associations and fine roots traits in sites under different plant successional phases in southern Brazil. **Mycorrhiza**, v. 19, p. 37-45, 2008.

ZANGARO, W.; ALVES, R. A.; LESCANO, L. E.; ANSANELO, A. P. Investment in fine roots and mycorrhizal fungi decrease during succession in three Brazilian ecosystems. **Biotropica**, v. 44, p. 141-150, 2012.

ZANGARO, W.; ROSTIROLA, L. V.; SOUZA, P. B.; ALVES, R. A.; LESCANO, L. E. A. M.; RONDINA, A. B. L.; NOGUEIRA, M. A.; CARRENHO, R. Root colonization and spore abundance of arbuscular mycorrhizal fungi in distinct successional stages from an Atlantic rainforest biome in southern Brazil. **Mycorrhiza**, v. 23, p. 221-233, 2013.

6 TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Efeito do fungo micorrízico *Rhizophagus clarus*, bactéria fixadora de N *Rhizobium* sp., adubo NPK 20-5-20 e suas interações sobre a altura total (cm) do guapuruvu, aos 37, 111, 250 e 360 dias após o plantio. FMA: fungo micorrízico arbuscular; Rhi: *Rhizobium* sp. As letras iguais na mesma coluna representam médias estatisticamente iguais pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Tratamento	37 Dias	111 Dias	250 Dias	360 Dias
Controle	29.73 c	41.93 b	57.97 b	74.67 b
Rhi.	29.38 c	41.09 b	59.79 b	73.78 b
FMA	27.28 cd	38.04 b	56.24 b	66.55 b
Adubo	37.32 b	65.93 a	93.26 a	109.47 a
FMA+ Rhi.	25.41 d	36.16 b	51.27 b	79.35 b
Rhi. + Adubo	39.14 ab	67.21 a	89.01 a	115.29 a
FMA + Adubo	42.53 a	71.74 a	103.36 a	132.07 a
FMA + Rhi + Adubo	36.11 b	66.42 a	89.56 a	114.35 a

Tabela 2. Efeito do fungo micorrízico *R. clarus*, bactéria fixadora de N *Rhizobium* sp., adubo NPK 20-5-20 e suas interações sobre a altura total (cm) do paricá, aos 37, 111, 250 e 360 dias após o plantio. FMA: fungo micorrízico arbuscular; Rhi: *Rhizobium* sp. As letras iguais na mesma coluna representam médias estatisticamente iguais pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Tratamento	37 Dias	111 Dias	250 Dias	360 Dias
Controle	22.34 c	33.94 b	49.30 c	54.43 b
Rhi.	21.77 c	35.02 b	53.16 bc	50.87 b
FMA	21.01 c	34.50 b	51.93 bc	62.08 b
Adubo	28.59 b	82.28 a	152.67 a	178.83 a
FMA+ Rhi.	22.57 c	37.05 b	58.24 b	63.88 b
Rhi. + Adubo	31.41 a	80.08 a	141.42 a	182.37 a
FMA+ Adubo	29.42 ab	78.72 a	137.55 a	182.74 a
FMA + Rhi. + Adubo	28.93 ab	78.79 a	138.95 a	156.77 a

Tabela 3. Efeito do fungo micorrízico *R. clarus*, bactéria fixadora de N *Rhizobium* sp., adubo NPK 20-5-20 e suas interações sobre o diâmetro do colo (cm) do guapuruvu, aos 250 e 360 dias após o plantio. FMA: fungo micorrízico arbuscular; Rhi: *Rhizobium* sp. As letras iguais na mesma coluna representam médias estatisticamente iguais pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Tratamento	250 Dias	360 Dias
Controle	11.50 b	19.62 cd
Rhi.	12.70 b	19.01 cd
FMA	11.60 b	17.71 d
Adubo	27.43 a	34.92 ab
FMA + Rhi.	11.00 b	24.04 c
Rhi. + Adubo	25.07 a	35.66 ab
FMA + Adubo	31.71 a	45.09 a
FMA + Rhi. + Adubo	24.76 a	33.33 b

Tabela 4. Efeito do fungo micorrízico *R. clarus*, bactéria fixadora de N *Rhizobium* sp., adubo NPK 20-5-20 e suas interações sobre o diâmetro colo (cm) do paricá, aos 250 e 360 dias após o plantio. FMA: fungo micorrízico arbuscular; Rhi: *Rhizobium* sp. As letras iguais na mesma coluna representam médias estatisticamente iguais pelo teste de Duncan ($p>0,05$).

Tratamento	250 Dias	360 Dias
Controle	9.69 d	10.74 b
Rhi.	11.63 cd	9.95 b
FMA	7.14 e	12.72 b
Adubo	33.73 a	34.59 a
FMA + Rhi.	12.36 c	12.49 b
Rhi + Adubo	26.42 b	33.93 a
FMA + Adubo	31.32 ab	28.97 a
FMA + Rhi + Adubo	31.50 ab	29.76 a

Tabela 5. Colonização micorrízica de raízes do guapuruvu, quantidade e porcentagem de esporos totais e de *R. clarus* em 100 g da amostra de solo aos 360 dias após o plantio. FMA: fungo micorrízico arbuscular; Rhi: *Rhizobium* sp.; Adb: adubo.

Tratamento	Colonização (%)	Quantificação de esporos (%)			
		Total	<i>R. clarus</i>	Total	<i>R. clarus</i>
Controle	41	56	-	100	0
Rhi.	46	54	2	96	4
FMA	54	234	64	73	27
Adubo	59	102	2	98	2
FMA+Rhi.	55	64	22	66	34
Rhi.+Adubo	56	68	4	94	6
FMA+Adubo	60	118	32	73	27
FMA+Rhi.+Adubo	70	74	12	84	16

Tabela 6. Colonização micorrízica de raízes do paricá e quantidade e porcentagem de esporos totais e de *R. clarus* em 100 g da amostra de solo aos 360 dias após o plantio. FMA: fungo micorrízico arbuscular; Rhi: *Rhizobium* sp.

Tratamento	Colonização (%)	Quantificação de esporos (%)			
		Total	<i>R. clarus</i>	Total	<i>R. clarus</i>
Controle	36	92	4	96	4
Rhi.	34	84	4	95	5
FMA	49	90	40	56	44
Adubo	53	104	8	92	8
FMA+Rhi.	39	196	24	88	12
Rhi.+Adubo	55	66	2	97	3
FMA+Adubo	63	162	50	69	31
FMA+Rhi.+Adubo	62	124	32	74	26

Tabela 7. Teores foliares de N e P (g. Kg⁻¹) e análise de variância de plantas do guapuruvu sob diferentes tratamentos. As letras iguais na mesma coluna representam médias estatisticamente iguais pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).

Tratamento	N	P
Controle	17,53 a	0,17 a
Rhi.	18,74 a	0,19 a
FMA	19,64 a	0,20 a
Adubo	18,95 a	0,12 a
FMA+Rhi.	21,01 a	0,17 a
Rhi.+Adubo	18,52 a	0,14 a
FMA+Adubo	18,36 a	0,14 a
FMA+Rhi.+Adubo	18,89 a	0,15 a
ANOVA (p valor)		
Tratamentos	0,9804	0,7114
Blocos	0,3322	0,2889

Tabela 8. Teores foliares de N e P (g. Kg⁻¹) e análise de variância de plantas do paricá sob diferentes tratamentos. As letras iguais na mesma coluna representam médias estatisticamente iguais pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).

Tratamento	N	P
Controle	-	-
Rhi.	-	-
FMA	24,22 a	0,23 a
Adubo	25,35 a	0,21 a
FMA+Rhi.	-	-
Rhi.+Adubo	24,18 a	0,23 a
FMA+Adubo	24,83 a	0,22 a
FMA+Rhi.+Adubo	25,18 a	0,24 a
ANOVA (p valor)		
Tratamentos	0,9575	0,9869
Blocos	0,1178	0,9884

(-) estes tratamentos apresentaram uma maior queda de folhas causados pela geada, por isso, não havia folhas suficientes para análise de dados.

Figura 1. Comparação múltipla das alturas dos tratamentos do guapuruvu aos 37 (a) e 360 (b) dias após o plantio. As linhas azuis são os intervalos de confiança (com 95%) das médias de cada tratamento. No eixo vertical constam os tratamentos.

Figura 2. Comparação múltipla das alturas dos tratamentos do paricá 37 (a) e 360 (b) dias após o plantio. As linhas azuis são os intervalos de confiança (com 95%) das médias de cada tratamento. No eixo vertical constam os tratamentos.

Figura 3. Comparação múltipla do diâmetro dos tratamentos do guapuruvu aos 250 (a) e 360 (b) dias após o plantio. As linhas azuis são os intervalos de confiança (com 95%) das médias de cada tratamento. No eixo vertical constam os tratamentos.

Figura 4. Comparação múltipla do diâmetro dos tratamentos do paricá 250 (a) e 360 (b) dias após o plantio. As linhas azuis são os intervalos de confiança (com 95%) das médias de cada tratamento. No eixo vertical constam os tratamentos.

Figura 5. Efeito da bactéria fixadora de nitrogênio *Rhizobium* sp., fungo MA (*R. clarus*), adubo e suas interações sobre a taxa de sobrevivência do guapuruvu (a) e do paricá (b) aos 37, 111, 250 e 360 dias após o plantio.

Figura 1.

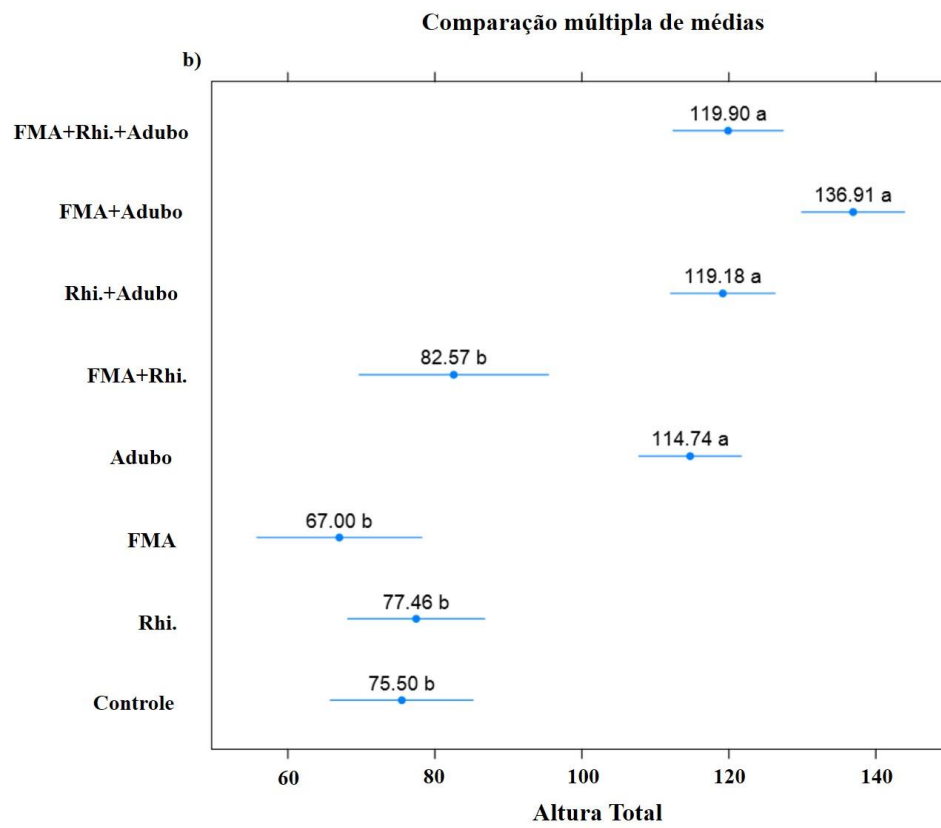
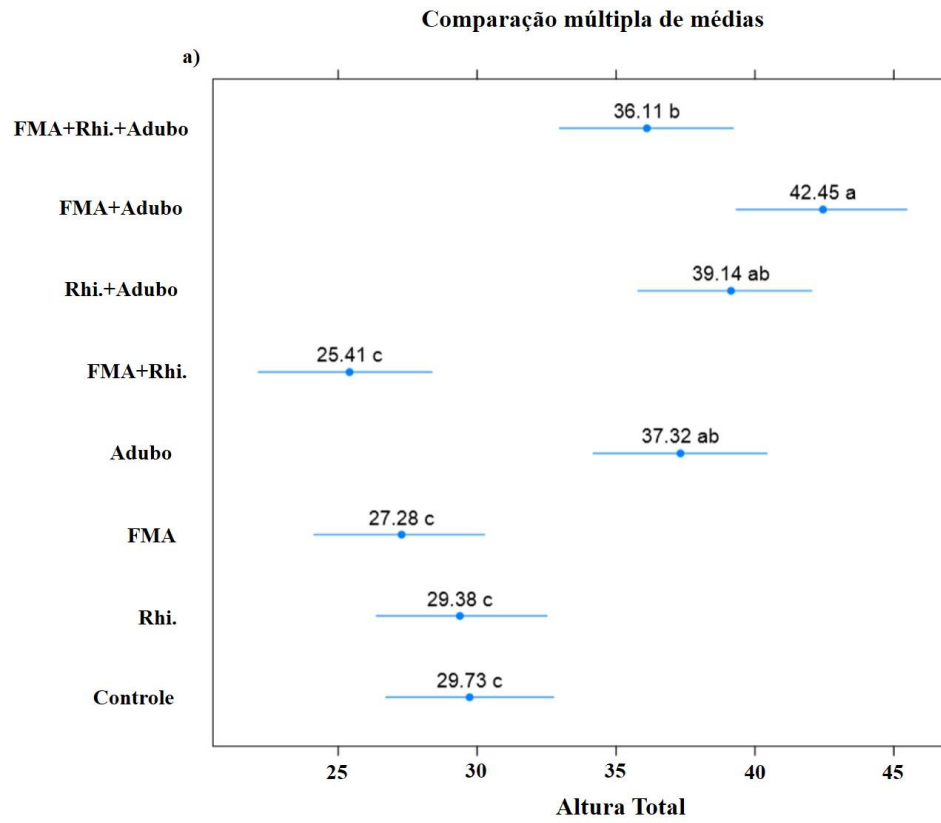


Figura 2.

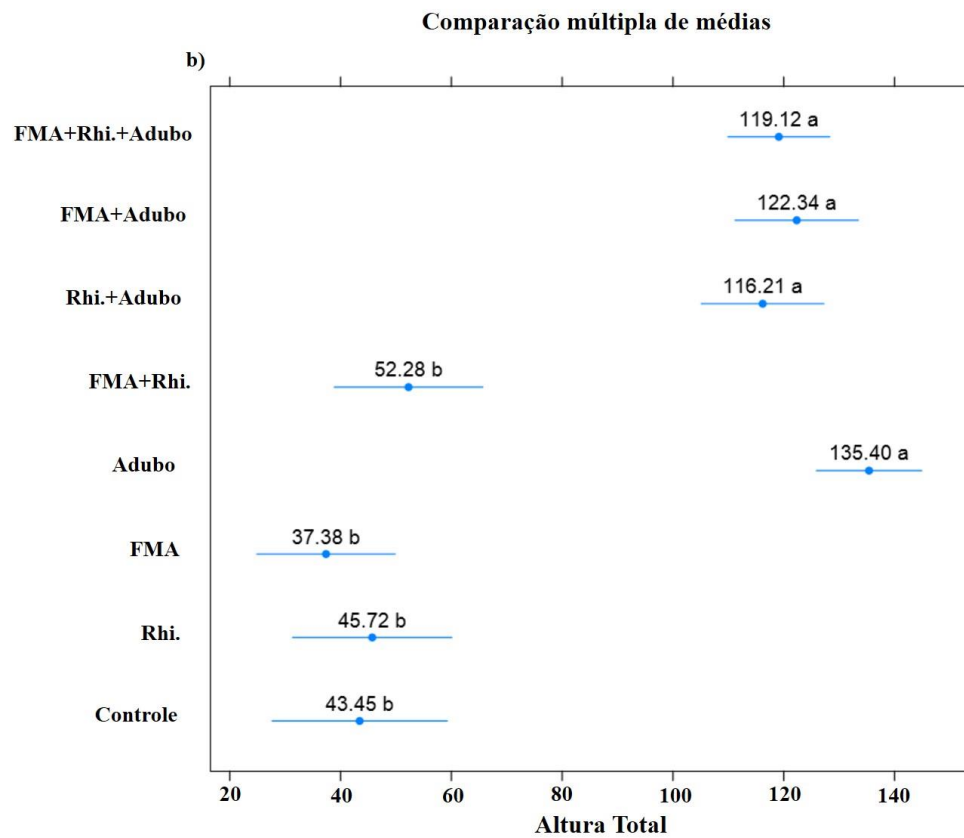
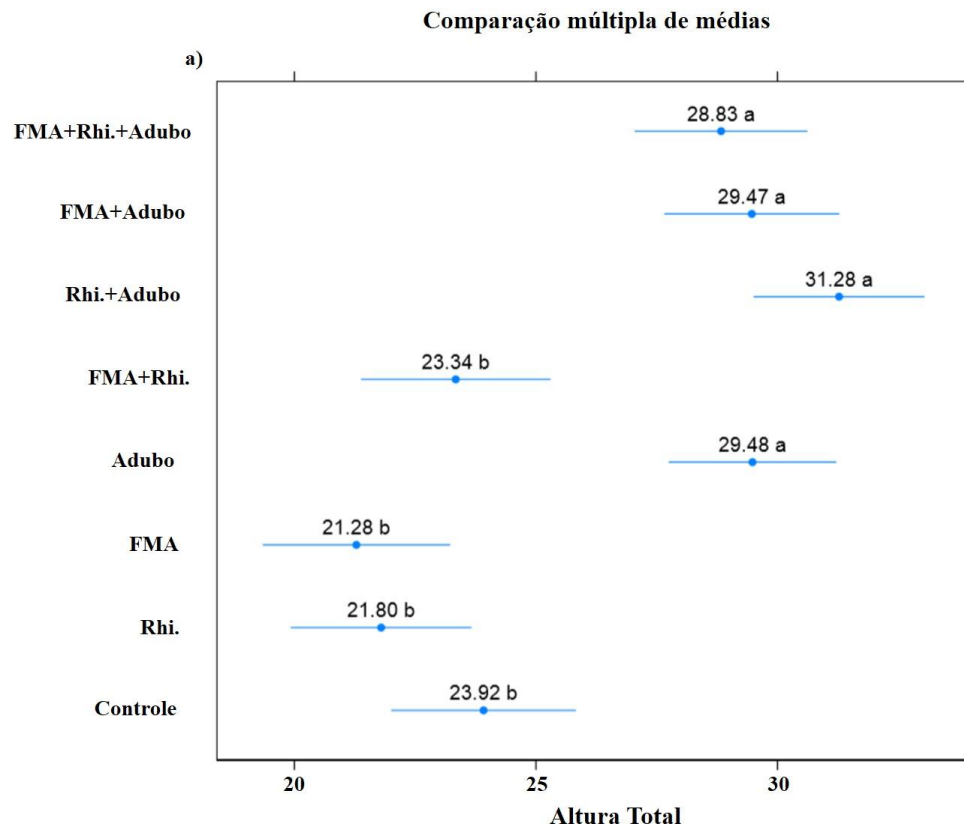


Figura 3.

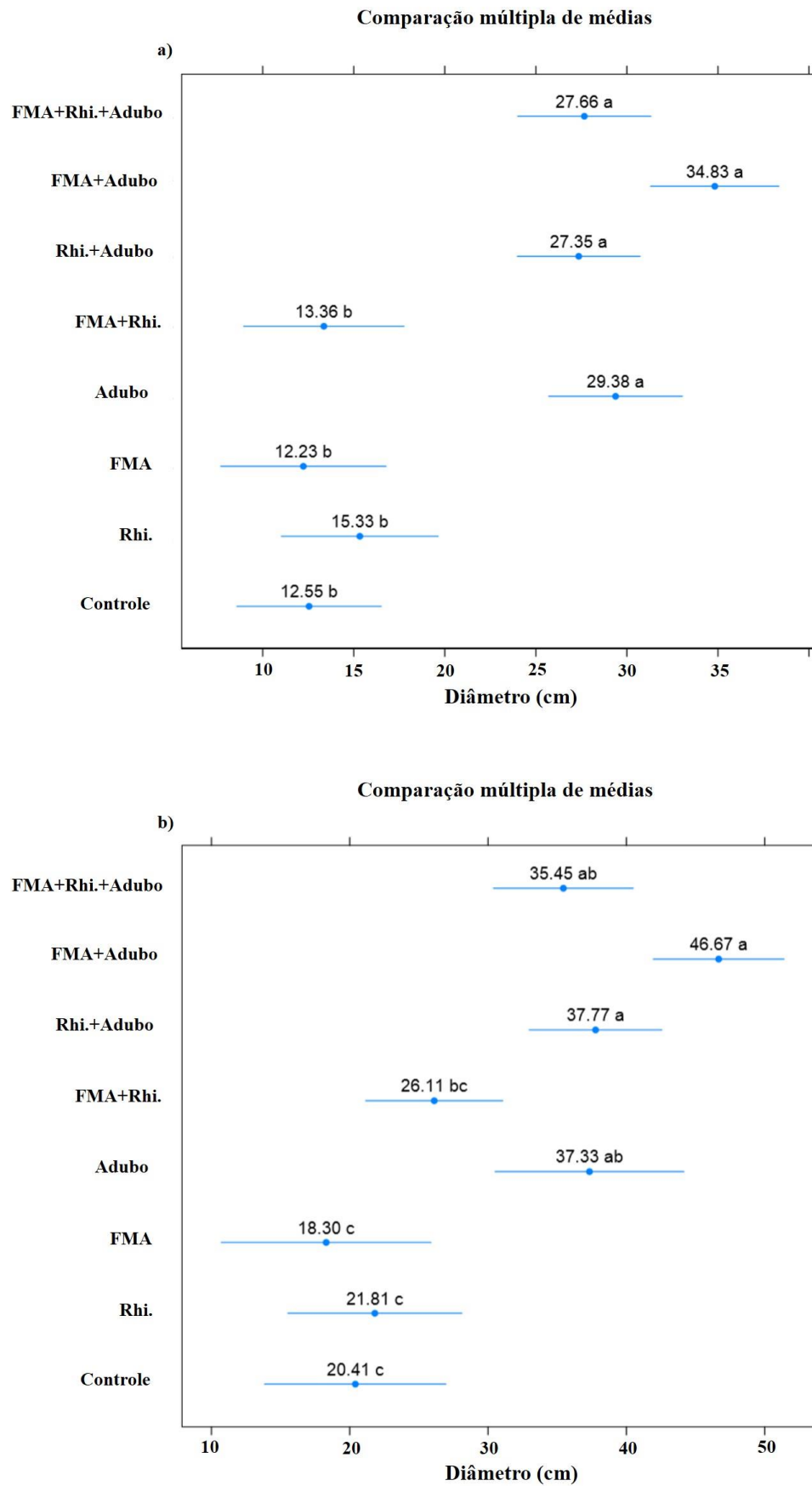


Figura 4.

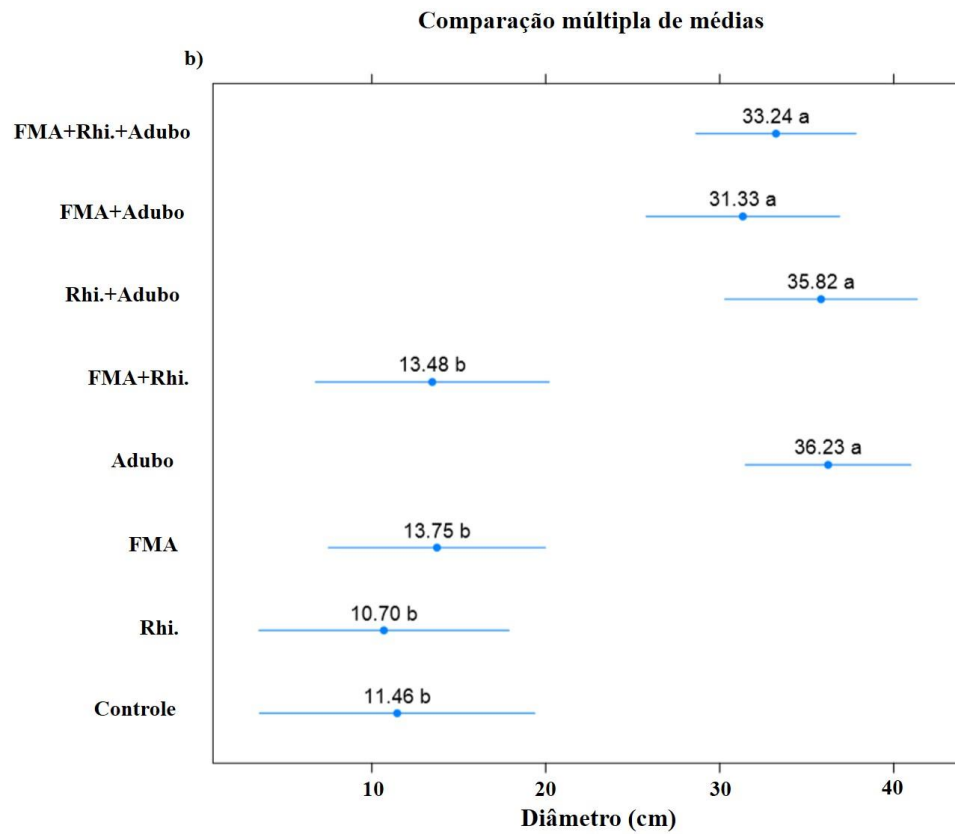
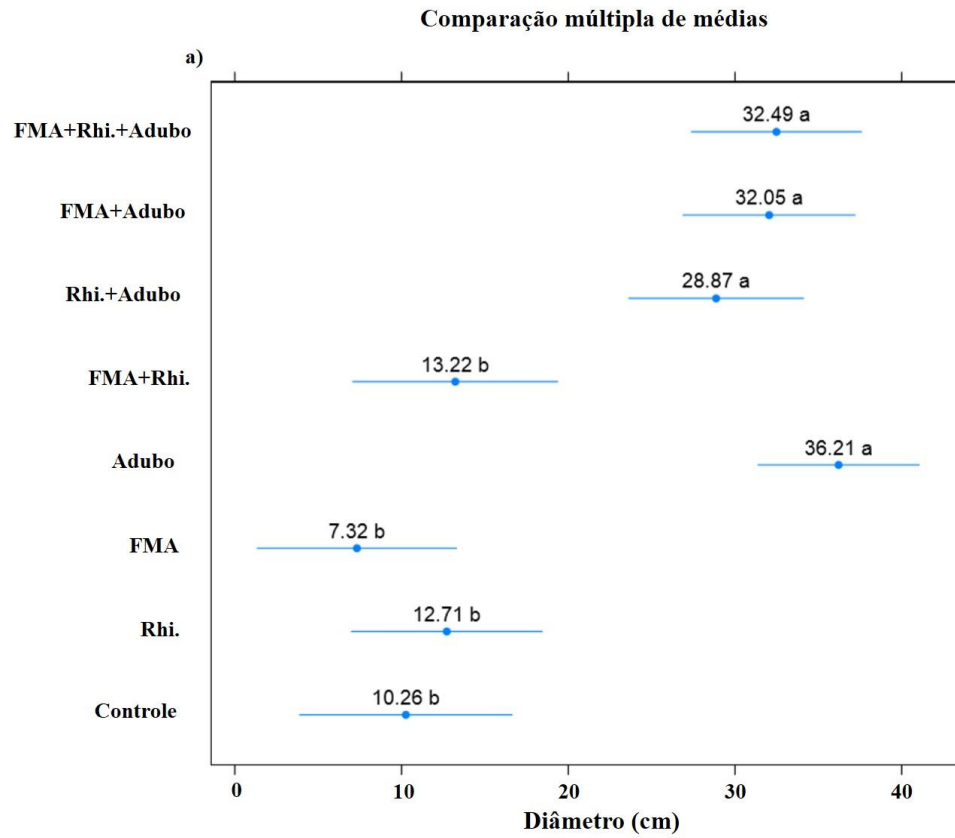


Figura 5.

