

UERR

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADEMICO EM ASSOCIAÇÃO COM
EMBRAPA E IFRR**

DISSERTAÇÃO

**Sombreamentos e Substratos na Produção de Mudanças
e Colonização Por Rizóbios em *Tachigali vulgaris***

Juciane Casaes de Souza

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADEMICO EM ASSOCIAÇÃO COM EMBRAPA E
IFRR**

**SOMBREAMENTOS E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS E
COLONIZAÇÃO POR RIZÓBIOS EM *Tachigali vulgaris***

JUCIANE CASAES DE SOUZA

Sob a Orientação da
Dra. Cássia Ângela Pedrozo

e Co-orientação da
Dra. Krisle da Silva

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agroecologia**. Área de concentração em Agroecologia.

Boa Vista, RR
Abril de 2016

Copyright © 2016 by Juciane Casaes de Souza

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação do Sistema de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 Bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69.306-530 Boa Vista - RR
Telefone: (95) 2121.0946
E-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S729s SOUZA, Juciane Casaes.
Sombreamentos e substratos na produção de mudas e colonização por rizóbios em *Tachigali vulgaris*. / Juciane Casaes de Souza. – Boa Vista (RR) : UERR, 2016.
79f. il. 30 cm.

Dissertação apresentada ao Mestrado Acadêmico em Agroecologia em associação, Universidade Estadual de Roraima, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Roraima e Instituto Federal de Roraima, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Agroecologia, sob a orientação da Prof^ª. Dr^ª. Cássia Ângela Pedrozo e co-orientação da Prof^ª. Dr^ª. Krisle da Silva.

Inclui bibliografia.
Inclui apêndice.

1. Taxi-branco – Cultivo – Substratos – Sombreamentos 2. Mudanças – Produção – Índice de qualidade 3. Nitrogênio – Fixação biológica 4. Colonização de rizóbios I. Pedrozo, Cássia Ângela (orient.) II. Silva, Krisle da (co-orient.) III. Universidade Estadual de Roraima – UERR IV. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Roraima – EMBRAPA/RR V. Instituto Federal de Roraima – IFRR VI. Título

UERR.Dis.Mes.Agr.2016.10

CDD – 631.41 (19. ed.)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Sônia Raimunda de Freitas Gaspar – CRB-11/273

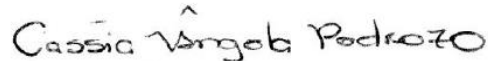
FOLHA DE APROVAÇÃO

JUCIANE CASAES DE SOUZA

Dissertação apresentada ao
Mestrado Acadêmico em
Agroecologia da Universidade
Estadual de Roraima, como
parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre
em Agroecologia.

Aprovado em:

Banca Examinadora



PROF.^a DR.^a CÁSSIA ÂNGELA PEDROZO
EMBRAPA
Orientadora



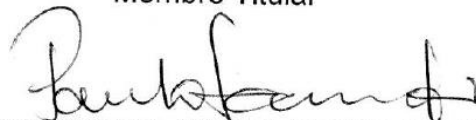
PESQUISADOR DR. OSCAR JOSÉ SMIDERLE
EMBRAPA
Membro Titular



PROF.^a DR.^a KARINE DIAS BATISTA
EMBRAPA
Membro Titular



PROF.^a DR.^a HYANAMEYKA EVANGELISTA DE LIMA PRIMO
EMBRAPA
Membro Titular



PESQUISADOR DR. PAULO EMILIO KAMINSKI
EMBRAPA
Membro Suplente

Boa Vista – RR

2016

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Julio F. de Sousa e M^a de Lourdes C. de Souza e a minha irmã Juliana, pelo incentivo, apoio em todos os momentos da minha vida e por me instruírem à importância do estudo e à insistência de lutar pelos ideais. À Dra. Carolina Volkmer de Castilho, pela força, conselhos, confiança, apoio e ajuda fundamental para a obtenção desse passo na minha vida profissional, serei sempre grata por sua ajuda.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, por ter me dado força, ânimo e amparo em todos os momentos da vida e por conceder mais essa conquista.

Aos meus pais, pelo exemplo, caráter, perseverança, conselhos, ajuda, apoio, incentivo, educação e força que foram de suma importância em minha vida. Sem eles não chegaria até aqui.

À Universidade Estadual de Roraima – UERR pela oportunidade de realização do curso.

À EMBRAPA-Roraima, pela ajuda financeira na pesquisa.

À minha orientadora Dra Cássia Ângela Pedrozo, pela ajuda incondicional, ensinamentos, oportunidade, dedicação, orientação, paciência, compartilhamento do seu conhecimento e contribuição na minha formação profissional.

À minha co-orientadora Dra. Krisle da Silva, pela co-orientação, ajuda e por compartilhar seus conhecimentos.

À minha irmã Juliana, pela ajuda incondicional, companheirismo, amizade, paciência, incentivo, força e carinho. Que foi importante durante a realização deste trabalho.

À Eliane Cunha, pelos conhecimentos compartilhados, paciência, ajuda no laboratório, força e pelos momentos de conversas e descontração.

Ao funcionário da EMBRAPA Adebaldo S. Teles, pela força, conselhos e ajuda no experimento em viveiro.

À Vanúbia Ximendes Aragão, pela ajuda incondicional nas avaliações do experimento e análise no laboratório.

À Elen Keila Lima da Costa, pela ajuda nas avaliações em viveiro e auxílio no laboratório.

Ao Josimar Chaves e Patrícia Bombonati Chalita, pelos conhecimentos repassados, paciência, força, e pelos momentos de conversas e distração.

À Brenda pela ajuda, dedicação no laboratório e momentos de descontração.

À Dilacy Sales, pela ajuda na avaliação final do experimento e no laboratório, pelos momentos de descontração, conselhos e força.

À Andressa Maria da Silva Alencar por sua contribuição, ajuda e dedicação no laboratório no processo de caracterização das bactérias.

A todos que de qualquer forma contribuíram para a realização deste trabalho.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS

"A possibilidade de realizarmos um sonho é o que torna a vida interessante."

Paulo Coelho

"Uma vida sem desafios não vale a pena ser vivida."

Sócrates

RESUMO GERAL

SOUZA, Juciane Casaes de. **Sombreamentos e Substratos na Produção de Mudanças e Colonização Por Rizóbios em *Tachigali vulgaris***. 2016. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, RR, 2016.

O taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L. G. Silva e H. C. Lima) é uma espécie arbórea pertencente a família Fabaceae, com ocorrência natural em grande parte do território brasileiro. É promissora para o reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e para plantio com fins energéticos, por possuir rápido crescimento e grande produção de liteira, alto poder calorífico e grande rendimento na produção de carvão. Diante do exposto e da necessidade de produção de mudas de elevada qualidade, o presente trabalho teve como objetivo determinar a melhor condição de sombreamento e tipo de substrato, bem como avaliar a colonização de rizóbios em mudas de taxi-branco. O estudo foi conduzido no viveiro e no Laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Roraima, localizado em Boa Vista – RR, entre os meses de Maio de 2014 a Setembro de 2015. O delineamento experimental utilizado foi em bloco casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos arrançados em esquema de parcela subdividida, onde as parcelas consistiram de dois níveis de sombreamento (50% e 75%) e as subparcelas de quatro tipos de substrato (solo – S1; solo + areia – S2 na proporção volumétrica de 1:1; solo + areia + serragem – S3 na proporção de 2:1:1; e solo + vermiculita – S4 na proporção de 1:1). Mensalmente as mudas foram avaliadas quanto ao número de folhas (NF) e altura (ALT; cm), e do quarto ao sexto mês também foi avaliado o diâmetro do colo (DC; mm). Na avaliação final, realizada seis meses após o transplantio, além das variáveis descritas anteriormente, os teores de clorofila *a*, *b*, total e razão clorofila *a/b* (Chl_a , Chl_b , Chl_{total} , Chl_a/Chl_b), área foliar (AF; cm^2), massa seca da parte aérea (MSPA; g), massa seca da raiz (MSR; g), massa seca total (MST), razão parte aérea/raiz (PA/R), porcentagem de mortalidade (M; %) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foram também avaliados. Para o isolamento das bactérias, foi utilizado 304 nódulos, sendo dois de cada planta (viva). Após a coleta, foi realizada a reidratação dos nódulos, quebra da tensão superficial, e desinfestação da superfície dos mesmos, em seguida, os nódulos foram individualmente macerados e espalhados sobre meio de cultura YMA com vermelho congo 0,25%. Após o aparecimento de colônias, as bactérias foram repicadas sobre meio de cultura YMA com azul de bromotimol 0,5% até a purificação das mesmas. A caracterização fenotípica dos isolados foi realizada através da observação a olho nu das colônias e avaliação das variáveis tamanho inicial e final, tempo de crescimento, forma da colônia, borda, elevação, superfície da colônia, produção de muco, elasticidade, transparência do muco, coloração, aparência do muco, consistência e pH do meio. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade de Cochran, normalidade de Shapiro Wilk, análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No caso das variáveis ALT, DC e NF, as quais foram avaliadas ao longo do tempo, os dados foram estudados por análise de regressão. Os dados obtidos da caracterização dos isolados foram transformados em código binário (0: ausência e 1: presença), sendo a similaridade calculada pelo coeficiente de Jaccard (S_j) ($S_j = a/a + b + c$). A matriz de similaridade gerada foi utilizada para análise de agrupamento pelo método da Ligação Média Entre Grupos (UPGMA). As mudas de taxi-branco avaliadas por seis meses, apresentam baixa porcentagem de mortalidade, não havendo diferenças entre os tratamentos de sombreamento e substrato. O sombreamento de 50% é o indicado na produção de mudas dessa espécie, nas condições climáticas locais. O substrato indicado é o composto solo + areia por obter melhores resultados para a maioria das variáveis analisadas, incluindo o IQD, e por ter menores problemas de compactação. O taxi-branco demonstra ter capacidade de realização associativa com grande diversidade de rizóbios nos diferentes tipos de substratos avaliados na produção de mudas. O número de isolados não é influenciado pelos tipos de sombreamento e substrato avaliados. A maioria dos isolados obtidos apresentam tempo de crescimento muito rápido e pH ácido do meio de cultura.

Palavras-chave: Taxi-branco, cultivo, fixação biológica de nitrogênio.

GENERAL ABSTRACT

SOUZA, Juciane Casaes de. **Shaders and Substrate in Seedling Production and Settlement in Rhizobia in *Tachigali vulgaris***. 2016. 79 p. Dissertation (Master Science in Agroecology). State University of Roraima, Boa Vista, RR, 2016.

The taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L. Silva G. & H. C. Lima) is an arboreal species belonging to Fabaceae family, with naturally occurring in much of Brazil. It is promising for reforestation, restoration of degraded areas and for planting for energy purposes, to possess rapid growth and large litter production, high calorific value and high performance in coal production. Given the above and the need to produce high quality seedlings, this study aimed to determine the best condition of shading and type of substrate, and to evaluate the colonization of rhizobia in taxi-branco seedlings. The study was conducted in the nursery and Soil Microbiology Laboratory of Embrapa Roraima, located in Boa Vista - RR, between the months of May 2014 to September 2015. The experimental design was a randomized block with four replications, the treatments arranged in a split plot scheme, where the plots consisted of two shading levels (50% and 75%) and the subplots of four types of substrate (soil - S1 and soil + sand - S2 in the volumetric ratio of 1: 1 ; soil + sand + sawdust - S3 in the ratio 2: 1: 1, and vermiculite soil + - S4 in the ratio 1: 1). Each month the seedlings were evaluated for the number of leaves (NF) and height (ALT; cm), and the fourth to sixth month was also evaluated the stem diameter (DC; mm). In the final evaluation, conducted six months after transplanting, in addition to the variables described above, the contents of chlorophyll a, b, and total ratio of chlorophyll a / b (Chl_a , Chl_b , Chl_{total} , Chl_a / Chl_b), leaf area (AF; cm^2), dry weight of shoot (MSPA; g), dry weight of root (MSR; g), total dry matter (MST), shoot / root (PA / R), mortality rate (M; %) and Dickson quality index (DQI) were also evaluated. For the isolation of bacteria it was used 304 nodes, two of each plant (live). After collection, the rehydration of the lesions was performed, breaking the surface tension, and disinfection of the surface thereof, then the nodes were separately macerated and spread on YMA culture medium with congo red 0.25%. After appearance of colonies, the bacteria were subcultured on YMA culture medium with 0.5% bromothymol blue until purification thereof. Phenotypic characterization of isolates was performed by observation with the naked eye the colonies and evaluation of variables initial size and end time of growth, colony shape, edge, high, colony surface, mucus production, elasticity, mucus transparency, staining mucus appearance, consistency and pH. The data were submitted to the homogeneity test of Cochran, Shapiro Wilk normality, analysis of variance, and means were compared by Tukey test at 5% probability. In the case of ALT variable DC and NC, and were evaluated over time, the data were evaluated by regression analysis. The data obtained from characterization of isolated were transformed into binary code (0: no and 1: present), and the similarity calculated by the Jaccard Coefficient (S_j) ($S_j = a / a + b + c$). The generated similarity matrix was used for cluster analysis by the method of connection between groups Average (UPGMA). The taxi-branco seedlings evaluated for six months, have a low percentage of mortality, there were no differences between the shading treatments and substrate. The shading of 50% is indicated in the production of seedlings of this species in the local climate. The indicated substrate is composed soil + sand for the best results for most variables, including DQI, and have minor problems of compaction. The taxi-branco achievement demonstrates associative capacity with great diversity of rhizobia in different types of substrates evaluated in seedling production. The number of isolates is not influenced by the types of shading and evaluated substrate. Most isolates obtained exhibit very fast rise time and acidic pH of the culture medium.

Keywords: Taxi-branco, farming, biological nitrogen fixation.

ÍNDICE DE TABELAS

- TABELA 1 - Análise química de quatro substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4) utilizados na produção das mudas de taxi-branco. Boa Vista – RR, 2014.....31
- TABELA 2 - Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), altura da planta (ALT; cm) e diâmetro do colo (DC; mm) avaliadas em mudas de taxi-branco submetidas a dois níveis de sombreamento e quatro tipos de substratos. NF e ALT foram avaliadas em seis épocas e DC em três épocas. Boa Vista – RR, 2015.....34
- TABELA 3 - Diâmetro do colo (mm) de mudas de taxi-branco avaliadas sob dois níveis de sombreamento e quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)). Boa Vista – RR, 2015.....38
- TABELA 4 - Resumo da análise de variância das variáveis área foliar (AF; cm²), número de nódulos (NN), índice de clorofila *a* (Chl_a), índice de clorofila *b* (Chl_b), índice de clorofila total (Chl_{total}), razão clorofila *a/b* (Chl_a/Chl_b), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), razão parte aérea/raiz (PA/R) e índice de qualidade de Dickson (IQD), avaliadas em mudas de taxi-branco submetidas a dois níveis de sombreamento e quatro tipos de substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)). Boa Vista – RR, 2015.....40
- TABELA 5 - Médias do número de nódulos (NN) avaliados em mudas de taxi-branco, cultivadas em quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)). Boa Vista – RR, 2015.....41
- TABELA 6 - Médias da área foliar (cm²) avaliada em mudas de taxi-branco submetidas a quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e dois níveis de sombreamento. Boa Vista – RR, 2015.....42
- TABELA 7 - Índice de Clorofila *a* e índice de clorofila total avaliado em mudas de taxi-branco submetidas a quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e dois níveis de sombreamento. Boa Vista – RR, 2015.....43
- TABELA 8 - Médias da massa seca da raiz (MSR; g), da massa seca da parte aérea (MSPA, g), da massa seca total (MST; g) e razão parte aérea/raiz (PA/R) avaliadas em mudas de taxi-branco, submetidas a quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e dois níveis de sombreamento. Boa Vista – RR, 2015.....44
- TABELA 9 – Médias do índice de qualidade de Dickson (IQD) avaliadas em mudas de taxi-branco, submetidas a quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e

solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e dois níveis de sombreamento. Boa Vista – RR, 2015.....45

TABELA 10 - Resumo da análise de variância da variável número de isolados (NI), avaliada de nódulos de mudas de taxi-branco submetidas a dois níveis de sombreamento e quatro tipos de substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)). Boa Vista – RR, 2015.....56

TABELA 11 - Caracterização fenotípica de 159 isolados obtidos de 304 nódulos bacterianos coletados de mudas taxi-branco, cultivadas em dois níveis de sombreamento e quatro tipotipos de substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e avaliadas aos seis meses após o transplante. Boa Vista – RR, 2015.....57

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Média do número de folhas (NF) de mudas de taxi-branco avaliadas sob quatro tipos de substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4) e seis épocas de avaliação. Boa Vista – RR, 2015.....35
- FIGURA 2 - Altura de mudas (cm) de taxi-branco avaliadas em dois níveis de sombreamento, quatro substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e seis épocas de avaliação. Boa Vista – RR, 2015.....36
- FIGURA 3 – Diâmetro do colo (mm) de mudas de taxi-branco avaliadas sob dois níveis de sombreamento e três épocas de avaliação. Boa Vista – RR, 2015.....38
- FIGURA 4 - Diâmetro do colo (mm) de mudas de taxi-branco avaliadas sob quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) em três épocas. Boa Vista – RR, 2015.....39
- FIGURA 5 - Métodos de riscagem em placa de meio sólido, recomendados para isolamento inicial (1) e para a obtenção de colônias isoladas (2).....53
- FIGURA 6 - Dendrograma de similaridade dos isolados oriundos de mudas de taxi-branco.....76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Floresta Amazônica.....	16
2.2	Característica Biológica do Taxi-branco.....	18
2.3	Produção de Mudanças de Espécies Florestais.....	20
2.4	Bactérias Fixadoras de Nitrogênio.....	22
I	CAPITULO I – PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Tachigali vulgaris</i> SOB DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATO E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO.....	26
	RESUMO.....	27
	ABSTRACT.....	28
1	INTRODUÇÃO.....	29
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.1	Delineamento Experimental e Germinação de Sementes de Taxi-branco.....	31
2.2	Análises Morfológicas da Parte Aérea e Radicular das Mudanças.....	32
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4	CONCLUSÕES.....	47
II	CAPITULO II – COLONIZAÇÃO POR RIZÓBIOS EM MUDAS DE <i>Tachigali vulgaris</i> PRODUZIDAS SOB DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO.....	48
	RESUMO.....	49
	ABSTRACT.....	50
1	INTRODUÇÃO.....	51
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4	CONCLUSÕES.....	60
	CONCLUSÕES FINAIS.....	61
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
III	APÊNDICE.....	74

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um país rico em biodiversidade vegetal, abrigando 61% de toda a floresta existente no continente latino-americano (JUVENAL & MATTOS, 2002). Possui inúmeros ecossistemas distribuídos em seis diferentes biomas naturais que abrigam 25% de toda a riqueza florística do mundo (CLEMENT 2001; DUTRA, 2010). Dentre estes biomas está a Amazônia, constituída pela maior floresta tropical úmida do planeta, com uma grande riqueza de espécies vegetais e animais, além dos demais recursos naturais existentes que formam ecossistemas bem complexos (LIMA, 2004).

A riqueza florística da Amazônia, com mais de um terço dos recursos florestais do mundo, despertou o interesse econômico, causando a exploração predatória nessa região que, em conjunto com o avanço da fronteira agrícola, aumentaram o desmatamento e demais impactos ambientais responsáveis pela redução dessa grande biodiversidade (INPE, 2005). Isso fez com que o Brasil em 2007 fosse apontado como o maior responsável pelo desmatamento da América do Sul, segundo a FAO (2007).

Nas últimas décadas tem aumentado significativamente a preocupação dos especialistas e fundações a respeito da conservação e equilíbrio ambiental, causando maior conscientização mundial. Isto tem gerado iniciativas do setor público e privado, com realização de projetos de preservação de espécies, reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, além de plantios para fins comerciais em prol da preservação ambiental e desenvolvimento sustentável (DUTRA, 2010).

A crescente demanda das indústrias por matéria-prima florestal como fonte de energia e transformação, como também para uso doméstico e prestação de serviços, dentre outras utilidades e necessidades, além da intensificação na pressão exercida pelos órgãos ambientais em função de coibir a atividade exploratória de produtos florestais nativos, têm contribuído para o forte crescimento da silvicultura no Brasil, tornando o país responsável por mais de 70% da produção madeireira, segundo o censo 2013 do IBGE.

Em 1994, a silvicultura no Brasil representava menos de 30% e, em 2013, essa atividade assumiu 76,1% de toda a produção madeireira do país, indicando o aumento intensificado dessa atividade nos últimos anos. Porém, esse aumento não é representativo na região norte, onde a maior parte da madeira comercializada ainda é de origem nativa (RÊGO, 2015). Se fosse utilizada a metade da área desmatada da Amazônia brasileira para a utilização de plantios florestais, haveria um acréscimo de 100% comparado às florestas plantadas em todo o país (SOUZA et al., 2008). Mas isso ainda é uma realidade futura, tendo em vista o aumento contínuo de plantios florestais, principalmente na região norte, influenciado pelo aumento na demanda de produtos de origem florestal (BOLFE et al., 2004).

Os estudos sobre a produção de mudas de espécies florestais eram quase inexistentes até o ano de 1970, quando foram intensificados significativamente, inclusive em relação aos insumos e manejos adequados nessa atividade, com o intuito de subsidiar as pesquisas em realização naquela época (SANTOS et al., 2000). Com o aumento de plantios florestais, torna-se necessário estudos que indiquem a melhor condição e técnica de manejo na produção de mudas, de forma a atender às exigências das espécies objetivadas (OLIVEIRA et al., 2008).

As espécies utilizadas em plantios florestais são em grande maioria exóticas, como a *Acacia mangium*, teca, pinus e eucalipto, que são as mais utilizadas, principalmente esta última espécie que representava 6.951.145 ha, ou seja, mais de 74% dos plantios florestais no Brasil em 2014, de acordo com o IBGE. Porém, esse quadro começou a mudar recentemente, uma vez que os estudos têm revelado as características e potencial promissor de muitas espécies nativas para essa atividade.

O taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.G. Silva e H.C. Lima) é uma espécie de médio porte, pertencente à família Fabaceae (subfamília Caesalpinioideae) e que apresenta ocorrência natural em áreas de terra firme, em quase todo o território brasileiro, com exceção apenas da região sul. Na região norte, ocorre em todos os Estados.

A espécie possui grande potencial para reflorestamento e plantios para fins energéticos (FREITAS et al., 2012), uma vez que trata-se de uma espécie rústica com grande adaptabilidade em áreas com distintas características edafoclimáticas, possui rápido crescimento e, conseqüentemente, grande produção de biomassa. Sua madeira apresenta alto poder calorífico, bom rendimento de peso e volume no processo de carbonização, características promissoras para a produção de carvão vegetal e lenha (LORENZI, 2002).

O taxi-branco apresenta associação com bactérias fixadoras de nitrogênio denominadas de rizóbios (CALDEIRA et al., 1999), principalmente na fase de viveiro, sendo um importante fator na redução da mortalidade das mudas nessa fase (MARINHO et al., 2004). Quando há associação com estes microrganismos, há maior viabilidade e qualidade de mudas e, conseqüentemente, maior qualidade no plantio, o qual receberá mudas mais vigorosas e resistentes

Para o bom desempenho e maior produtividade de qualquer plantio florestal, é de suma importância a utilização de mudas de alta qualidade. Para isso é necessário, inicialmente, a realização de estudos para indicar as condições propícias de produção das mesmas, a exemplo do tipo de substrato e do nível de luminosidade ótimo para a espécie de interesse. Apesar da grande importância do taxi-branco, poucos são os estudos realizados com relação à produção de mudas e às bactérias fixadoras de nitrogênio que nodulam essa leguminosa, principalmente

no estado de Roraima, onde na literatura são inexistentes estudos relacionados a estes aspectos para a espécie.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo determinar a melhor condição de sombreamento e tipo de substrato, bem como avaliar a colonização por rizóbios em mudas de taxi-branco.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FLORESTA AMAZÔNICA

A Floresta Amazônica localiza-se ao norte da América do Sul e possui uma área de aproximadamente seis milhões de Km², que abrange parte de nove países: Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela (MARCON et al., 2012). No Brasil, ocupa mais de 61% do território brasileiro, se estendendo por nove estados: Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Mato Grosso (ZÔMPERO et al., 2008).

É considerada a maior floresta tropical existente e reconhecida mundialmente como uma das maiores reservas de biodiversidade do planeta, apresentando cerca de 30 mil espécies vegetais catalogadas e uma fauna com grande variedade de espécies. Estima-se que um hectare da Floresta Amazônica possua de 400 a 750 árvores e de 200 a 300 espécies arbóreas, uma diversidade florística maior que em todo o continente europeu (VIEIRA et al., 2005). Abriga florestas de terra firme, com altura da copa de até 59 m (CONDÉ, 2011), com volume atingindo 384 m³/ha (SILVA et al., 2015).

Esse Bioma está situado em uma região de clima quente, com alto nível pluviométrico, onde a temperatura existente oscila de 25° a 28°C, com pouca variação diurna e noturna (ZÔMPERO et al., 2008). De acordo com Mittermeier et al. (2003), abriga cerca de 40% das florestas tropicais úmidas do mundo e desempenha papel fundamental na manutenção da biodiversidade. Exibe 40.000 espécies de plantas vasculares (MITTERMEIER et al., 2003), cerca de 10 a 15 milhões de insetos, 311 de mamíferos, 163 de anfíbios, 1300 de aves, 465 de répteis e de 2500 a 3000 espécies de peixes. Contudo, é estimado que milhares de espécies ainda sejam desconhecidas, que muitas estão em processo de extinção e outras já foram extintas sem antes serem conhecidas cientificamente (VIEIRA et al., 2005).

A região amazônica é caracterizada por três principais tipos de matas: Mata de Igapó - caracterizada por área de mata próxima aos rios de água preta, sempre inundada, com ocorrência predominante de palmeiras e cipós; Mata de Várzea - regiões que sofrem inundações periódicas por rios de água branca; e Mata de Terra Firme - região sem inundações e localizadas em áreas de terras mais altas com solos pobres e bem drenados (RIBEIRO et al., 1999). Em um inventário de um hectare, com DAP mínimo de 10 cm, realizado no estado do Amazonas, em floresta densa de terra firme, foi observado uma diversidade de 245 espécies arbóreas distribuídas em 48 famílias e 133 gêneros (OLIVEIRA et al., 2008).

A Floresta Amazônica é considerada o “ar-condicionado” do mundo, pela capacidade de renovação do ar, inerente à grande quantidade de vegetais, além de retirar o CO₂ excedente do ar, através da fixação de 1,5 bilhões de toneladas de carbono realizada por ano. Também

desenvolve papel importante na regulação do clima global e regional, através da bacia hídrica do rio Amazonas, que representa um quinto de toda água doce do mundo (MARCON et al., 2012).

Segundo o IBGE (2013), o extrativismo vegetal é uma atividade de grande importância na economia do Brasil, sendo que, em 2013, movimentou 4,5 bilhões de reais. Essa atividade exploratória tem maior intensidade na região amazônica, de onde é extraída, principalmente, a madeira. Essa matéria prima tem grande utilidade no mercado nacional e internacional, sendo usada na carpintaria, na fabricação de instrumentos musicais, na construção civil, na fabricação de carvão, como lenha e na fabricação de papel, através da extração da celulose (SANTANA, 2003). No entanto, a exploração madeireira é uma das principais causas do desmatamento na região amazônica.

Devido à intensa exploração predatória e ao avanço da fronteira agrícola, o desmatamento da Amazônia brasileira vem aumentando no decorrer dos anos. Nos últimos 20 anos, a área desmatada aumentou 51%, totalizando uma área de 754.840 Km² desflorestada (HOMMA, 2005; VIEIRA et al., 2005). Girardi (2008) afirmou que cerca de 18% da Amazônia já foram desmatados. Essa exploração predatória, aliada a inexistência de informações sobre o comportamento ecológico e biológico de espécies vegetais e animais, tem ameaçado de extinção muitas dessas espécies, e causado sérios impactos ao meio ambiente (MAUÉS, 2006).

Uma forma de reduzir a exploração predatória de madeira é a utilização da silvicultura como fonte dessa matéria prima. De acordo com o IBGE, em 2013, a silvicultura representou 76,1% de toda a produção madeireira no Brasil, contribuindo com 14,1 bilhões de reais. Porém, isso não ocorre na região amazônica, onde a demanda por produtos madeireiros e não-madeireiros são supridas principalmente pela floresta nativa (RÊGO, 2015). Contudo, essa situação poderá ser revertida a longo prazo, com o aumento crescente no combate ao desmatamento na Amazônia e com a demanda cada vez maior por madeira, principalmente para fins energéticos, ocasionando intensificação da atividade silvicultural na região. Com isso, a silvicultura que hoje é utilizada, principalmente, para fins energéticos e para produção de celulose, pode ser utilizada, também, na produção de madeira para serrarias, marcenarias e fábricas de painéis de madeira, tendo em vista que pode se trabalhar não só com madeira nativa, como também de espécies exóticas (CARVALHO, 2015).

As espécies mais utilizadas na silvicultura são, principalmente, o eucalipto (que representa 74% do total de florestas plantadas no Brasil) (IBGE, 2014), a *Acacia mangium*, a teca e o pinus, que são espécies exóticas. Contudo, existem espécies nativas com potencial para a produção de madeira, como o taxi-branco, que possui alto poder calorífico e grande rendimento na produção de carvão, dentre outras características similares às do eucalipto

(CARPANEZZI et al., 1983). Tendo em vista o crescimento da silvicultura e sua importância ecológica e ambiental, é de suma importância, estudos que proporcionem conhecimentos ecológicos, biológicos e agrônômicos dessa espécie, em prol de maior qualidade e produtividade dos plantios.

2.2 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DO TAXI-BRANCO

Tachigali vulgaris (L.G. Silva e H.C. Lima) é uma espécie arbórea de médio porte, podendo atingir até 30 m de altura, com ocorrência natural em áreas de terra firme, nos neotrópicos na Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Venezuela, Peru e Brasil (CARPANEZZI et al., 1983). No território brasileiro, a espécie ocorre no Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (DUCKE, 1949; ERFURTH e RUSCHE, 1976; LEMEÉ, 1956).

Pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae e ao gênero *Tachigali* Aubl.. Esse gênero possui de 60 a 70 espécies, que ocorrem principalmente na Costa Rica, Paraguai e no Brasil. Neste último, apresenta ocorrência em todas as regiões, mas principalmente, na região amazônica (BRÍGIDA et al., 2013).

A espécie é conhecida vulgarmente como taxi-branco, carvão-de-ferro, carvão-de-ferreiro, velame, veludo, carvoeiro, carvoeira, carvoeiro-do-cerrado, pau-pombo, taxi-branco-da-terra-firme, ajusta-contas, angá, pau-fedorento, pau-bosta, cangalheiro, cachamorra, tachí-do-campo, taxizeiro, taxi-branco-do-blanco, taxi-pitomba e mandinga (LIMA, 2004).

Ocorre em solos arenosos a argilosos e em solos revolvidos (terrenos terraplanados) (DIAS et al., 1995). Ocorre, também, em solos de baixa fertilidade química, ácidos e bem drenados (GONÇALVES et al., 2009). Essas características demonstram a grande adaptação da espécie a diferentes condições edafoclimáticas, sendo encontrada em ambientes com temperatura média de 20,9 °C a 32,3 °C, com temperatura mínima absoluta de até -3 °C, e com precipitação média anual de 800 a 1.600 mm (CARVALHO, 2005).

Segundo Lima (2004), em estudos realizados no Amazonas e em Roraima, o taxi-branco mostrou melhor adaptação e desenvolvimento no Amazonas, em área de Latossolo Amarelo, onde apresentou, aos 48 meses de idade, incremento médio anual em altura de 3,15 m, diâmetro de 2,4 cm, ganho percentual de volume/ha de 65,95m³ e sobrevivência de 90%. Em Roraima, o incremento médio anual em altura, diâmetro, ganho percentual de volume/ha e sobrevivência foram de 2,1 m; 2,9 cm; 14,44 m³ e 53%, respectivamente.

É uma árvore perenifólia, com fuste cilíndrico e reto, variando de 9 m a 15 m, mas que pode chegar a 30 m de altura e 100 cm de diâmetro à altura do peito (CARPANEZZI et al., 1983; SEABRA et al., 1991). De acordo com Carvalho (2005), a casca do caule é predominantemente lisa, com presença de seiva de coloração arroxeada. Apresenta ainda espessura de até 10 mm e coloração branca a acinzentada na parte exterior e arroxeada na parte

interior. A copa é estreita, formada por ramos abertos angularmente, originados de ramificações bem definidas com ápice dominante (SEABRA et al., 1991).

Suas folhas são compostas, alternas, imparipinadas com folíolos acuminados e subcoriáceos, com pecíolos curtos. Cada folha possui de 4 a 7 pares de folíolos opostos, com 7 a 13 cm de comprimento por 6 cm de largura (FELFILI et al., 1999). O ápice dos folíolos é agudo e apontado, enquanto a base é desigual e assimétrica.

As flores são perfumadas, pentâmeras, pedunculadas, numerosas, levemente zigomorfas de cor amarelo-claro, com comprimento de 7,0 mm por 5,0 mm de largura. Sua inflorescência é do tipo paniculiforme terminal, atingindo 40 cm de comprimento (LIMA, 2004). Os frutos são vagens pequenas, com coloração castanha a amarronzada, criptosâmara oblonga, cumprida, indeiscente e curta-pedunculada (OLIVEIRA e PEREIRA, 1984), atingindo em média 4,0 cm de comprimento.

As sementes são pequenas, ortodoxas, oblongas, alongadas, com superfície lisa brilhante e subapical, com coloração amarela-esverdeada e comprimento de até 1,0 cm, apresentando dormência tegumentar (SILVA et al, 2010). Para a produção de mudas dessa espécie é necessário realizar a quebra da dormência das sementes antes da sementeira. Esse processo pode ser realizado com imersão das sementes em solução de ácido sulfúrico (AMORIM et al., 2013) ou escarificação com lixa.

Em estudos realizados no Pará, sem controle de luminosidade e utilizando areia e serragem (na proporção volumétrica de 1:1) como substrato em vasos de polietileno, a porcentagem de germinação do taxi-branco variou de 29% a 98% entre sementes provenientes de 10 matrizes, com a germinação ocorrendo de 3 a 7 dias após a sementeira (SILVA et al., 2010).

A madeira do taxi-branco é moderadamente pesada, com densidade específica aparente e básica, variando de 0,65 a 0,81 g.cm⁻³ e de 0,60 a 0,70 g.cm⁻³, respectivamente (LIMA, 2004). Apresenta textura média, superfície irregularmente lustrosa e grã revesa, possui o alburno branco a bege-amarelo-claro e cerne de coloração amarelo-claro-oliváceo (MOREIRA et al., 2000; VALE et al., 2001; LIMA, 2003). Possui baixa durabilidade, devido à baixa resistência ao apodrecimento, sendo suscetível ao rápido desgaste natural (LIMA, 2003).

Apresenta as mesmas propriedades mecânicas que a madeira do eucalipto (LIMA, 2004), possuindo grande poder calorífico e muito rendimento na produção de carvão, características que atribui bastante utilização dessa madeira para lenha e produção de carvão vegetal, sendo também recomendada para uso na fabricação de coque e de álcool (PAULA, 1980; LIMA, 2003). Além disso, segundo Jenrich (1989), a madeira é utilizada, também, na construção civil, para a produção de esteios, mourões e caibros.

De acordo com estudos realizados no Pará, a madeira do taxi-branco apresentou densidade média de 0,633 e 0,602 g.cm⁻³, e poder calorífico (a 12% de umidade) de 4.580 e 4.390 Kcal.kg⁻¹, para madeira oriunda de plantio experimental e de mata nativa, respectivamente (TOMASELLI et al., 1983). Estes autores afirmam, ainda, que o carvão provindo de madeira das áreas de plantio e nativa, respectivamente, apresentaram poder calorífico de 7.678 e 7.690 Kcal.kg⁻¹, rendimento de peso de 35,9 e 37,8% e rendimento de volume de 55,0 e 57,5%, respectivamente.

É uma espécie de crescimento lento na fase de viveiro, demorando até seis meses para atingir altura de 25 a 30 cm e condições morfológicas, como diâmetro do colo e número de folhas, necessárias para o plantio. Porém, após esse período, o crescimento aumenta vigorosamente, tornando-a recomendada para reflorestamento, por possuir crescimento rápido, grande produção de liteira e por depositar no solo grande quantidade de nitrogênio através da decomposição da matéria orgânica (SOUZA e LIMA, 2012).

As características promissoras do taxi-branco, tais como bom rendimento de volume na produção de carvão e alto poder calorífico (LIMA, 2003), justificam a realização de estudos voltados à produção de mudas de elevada qualidade para a implantação de plantios para fins energéticos.

2.3 **PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPECIES FLORESTAIS**

Nos últimos anos, o interesse por mudas de espécies nativas tem aumentado consideravelmente devido à sua utilização na recuperação de áreas degradadas, em plantios para fins energéticos, nas indústrias químicas e madeireiras (DUTRA, 2010). O plantio de espécies nativas para fins econômicos supre a demanda por matéria prima, reduzindo a exploração predatória nas matas nativas, contribuindo para a preservação e sustentabilidade dos ecossistemas naturais.

O sucesso de um plantio florestal e de sua formação inicial depende da qualidade das mudas produzidas em viveiro (GOMES et al., 2002), as quais devem possuir boas condições morfológicas e fisiológicas, bem como resistência à pragas e doenças, dentre outras condições adversas do ambiente ao qual será inserida (GOMES, 2001). Mudas de qualidade ao serem inseridas no campo, exercem maior competição com as plantas invasoras, devido seu maior crescimento, proporcionando aumento na porcentagem de sobrevivência, além de reduzir os gastos com tratamentos culturais de manutenção do plantio na fase inicial (MORGADO et al., 2000).

Para avaliação dos aspectos morfológicos de mudas são utilizadas variáveis tais como: altura, diâmetro do colo, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca das raízes, biomassa seca total, número de folhas e folíolos e área foliar (CARNEIRO, 1995), índice de clorofila das folhas e índices de qualidade. Se as mudas apresentarem bom desenvolvimento e produção de

biomassa, por exemplo, é possível classificá-las como mudas nutridas e viáveis, uma vez que a produção de biomassa vegetal está diretamente ligada a nutrição da planta, aumentando sua resistência a patógenos e outros fatores abióticos indesejáveis no campo.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é um bom indicador da qualidade de mudas em estudos experimentais, uma vez que considera variáveis importantes e que representam a robustez e o equilíbrio da fitomassa da planta (FONSECA, 2001). O cálculo envolve as variáveis altura da planta, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (DICKSON et al., 1960).

Fatores como quantidade e tipo de substrato, luminosidade, fertilização e técnicas de manejo devem ser considerados na produção de mudas (GOMES, 2001). Em relação ao substrato, este deve ser nutrido de macro e micronutrientes, como N, P, K, Ca, Mg, Mo, Mn e Fe, dentre outros elementos, além de água e oxigênio, os quais são essenciais para proporcionar o adequado desenvolvimento do sistema radicular e aéreo das mudas. Também devem ser consideradas outras características químicas e físicas do solo, como porosidade, capacidade de retenção de água, acidez, temperatura, aeração, homogeneidade, densidade e capacidade de troca catiônica, as quais devem ser adequadas às exigências da espécie considerada (GOMES e SILVA et al., 2004).

Segundo Oliveira et al. (2008), os substratos a base de húmus de minhoca, de casca de amendoim e de turfa são os indicados para a produção de mudas das espécies cedro rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), eucalipto (*Eucalyptus grandis*), acácia (*Acacia holocericca*) e aroeirinha (*Schinusterebinthifolius* Raddi). Já as mudas de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) se desenvolveram melhor em substrato contendo 70% de vermiculita + 30% de casca de arroz carbonizada, o qual atribuiu a mudas dessa espécie, maior produção de biomassa (DUTRA et al., 2012).

A luminosidade é outro fator de grande relevância na produção de mudas, pois através da mesma as plantas desenvolvem vários processos fisiológicos, a exemplo da fotossíntese, processo indispensável para a manutenção e ciclo de vida desses indivíduos (GOMES, 2001). A luz interfere principalmente no processo de crescimento da planta, inferindo na qualidade desta. As mudanças na intensidade da radiação solar ocasionam alterações na fisiologia e na morfologia da planta, que buscará o grau de estabilidade adaptativa em função da manutenção de suas necessidades. Esse processo de adaptação está ligado à espécie e, conseqüentemente, às suas características genéticas (SCALON et al., 2003).

O taxi-branco é uma espécie plástica, adaptável a diferentes condições edafoclimáticas, como solos arenosos a argilosos. Segundo Lima (2004), o taxi-branco é pouco adaptável a ambientes com pouca luminosidade. No entanto, em estudo desenvolvido por Conceição e Dias-

Filho (2013), em Belém, sob condições de viveiro, foi observado que mudas de taxi-branco submetidas à luminosidade de 50% obtiveram melhor qualidade, apresentando maior valor do índice de qualidade de Dickson, seguida das luminosidades de 25% e 75%. Estes autores concluem que é possível produzir mudas de taxi-branco sob diferentes níveis de sombreamento.

Em estudos desenvolvidos em Tocantins, em condições de campo, o taxi-branco se adaptou melhor a condição de 50% de luminosidade ou a pleno sol (FREITAS et al., 2012). As mudas submetidas a condição de sombra natural apresentaram melhor crescimento até os 93 dias após o plantio, sendo o mesmo consideravelmente reduzido após esse período.

Souchie et al. (2011) estudando a eficiência do carvão vegetal de eucalipto como condicionante de substrato na produção de mudas de taxi-branco em Mato Grosso, observaram que as mudas apresentaram maior altura, diâmetro do colo, número de folhas, massa seca da parte aérea e radicular, conforme o aumento da concentração do carvão no substrato composto por latossolo vermelho-amarelo textura argilosa e areia lavada (na proporção 3:1).

Em plantios experimentais utilizando mudas de taxi-branco produzidas com substrato composto por latossolo amarelo argiloso (80% a 90% de argila), areia e matéria orgânica curtida (na proporção 3:1:1), conduzidos em Belterra-PA, as plantas apresentaram crescimento igual ou superior às espécies amazônicas de rápido crescimento (*Didymopanax morototonii*, *Bagassa guianensis*, *Cordia goeldiana* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*), sendo indicada como uma espécie promissora para plantios com fins energéticos por apresentar boas características ecológicas, silviculturais e tecnológicas (CARPANEZZI et al., 1983).

De acordo com resultados de Faria et al. (1989) e Caldeira et al. (1999), as mudas de taxi-branco na fase de viveiro, apresentam associação simbiótica com rizóbios do gênero *Rhizobium* e com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), atribuindo maior nutrição, resistência e aumento no índice de sobrevivência das mudas dessa espécie (MARINHO et al., 2004).

2.4 BACTÉRIAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO

No solo existe uma grande quantidade e diversidade de organismos, como fungos, algas, protozoários, bactérias, dentre outros microrganismos que realizam interações com as raízes das plantas, auxiliando na ciclagem de nutrientes, cumprindo papel fundamental para a sustentabilidade dos eco e agroecossistemas (SOUSA, 2013).

Dentre os microrganismos existentes no solo, estão as bactérias fixadoras de nitrogênio, que realizam associações com as raízes das plantas, convertendo o nitrogênio atmosférico (N₂) em amônia (NH₃), disponibilizando-a a planta que necessita desse nutriente para completar seu ciclo de vida. Este processo é conhecido como fixação biológica de nitrogênio (FBN). A

interação dessas bactérias diazotróficas com as plantas pode ser classificada em: sistema de vida livre, sistema associativo e sistema simbiótico (MOREIRA et al., 2013).

As bactérias de vida livre se estabelecem no solo, independente das plantas, e realizam a FBN para suprir suas necessidades e completar seu ciclo de vida, contribuindo com a disposição de N no ecossistema solo. No sistema associativo, as bactérias colonizam caules, folhas e a superfície das raízes das plantas realizando a FBN. Porém, essa associação não forma estruturas específicas (nódulos). Já no sistema de associação simbiótica, as bactérias penetram o córtex das raízes, realizando simbiose, formando nódulos nas raízes e/ou, excepcionalmente, no caule da planta hospedeira, fixando N_2 , além de realizar solubilização de fosfato, antagonismo à patógenos, produção de hormônios, degradação de compostos poluentes, etc. Esse tipo de associação é mais eficiente do que a realizada com as bactérias associativas, por estar intimamente relacionada com a planta e menos susceptível a perdas ocasionadas por interferência dos fatores físicos, químicos e biológicos do solo (MOREIRA et al., 2013).

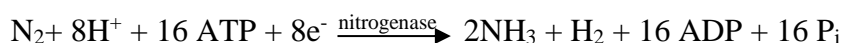
O nitrogênio é um macronutriente essencial ao crescimento e vida dos vegetais. Está presente na clorofila, nas proteínas e nos ácidos nucleicos, como componente importante e indispensável em suas formações. Cumpre função de suma importância na vida das plantas, sendo imprescindível para o crescimento, reprodução e manutenção da vida dos vegetais (FAQUIN, 2005).

As plantas necessitam de nitrogênio em grande quantidade, necessário para atender suas necessidades fisiológicas. Esse nutriente é de grande importância em sistemas agrícolas, por estar diretamente ligado ao crescimento e, conseqüentemente, à maior produção vegetal. Mas, para que as plantas possam assimilar o nitrogênio é necessário que este esteja na forma assimilável e em contato com as raízes. Por isso, as bactérias fixadoras de nitrogênio nodulíferas possuem grande importância para a vida vegetal, ciclagem de nutrientes, fertilidade do solo e qualidade ambiental (DIAS et al., 2007).

As bactérias fixadoras de nitrogênio nodulíferas associam-se às raízes das plantas, iniciando esse processo através de sinais moleculares emitidos por ambas as partes. Depois do reconhecimento, as bactérias penetram nas raízes através do cordão de infecção ou por rupturas, chegando a seu interior. Em seguida, são formadas, pela planta, estruturas denominadas de nódulos, onde ocorre o processo de fixação biológica de nitrogênio (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; FAGAN et al., 2007).

As bactérias passam a viver dentro do nódulo, onde absorvem o nitrogênio atmosférico (N_2), reduzindo-o a amônia NH_3 (forma inorgânica) e, em seguida, ainda dentro do nódulo, ao ter contato com a parte aquosa do citoplasma dos bacterióides, transforma-se em íon amônio (NH_4^+) – fórmula absorvida pelas plantas – e por fim é disponibilizado e assimilado pelas raízes

da planta hospedeira, que em troca fornecem às bactérias carboidratos e condições para completar seu ciclo de vida (TAIZ e ZIEGER, 2004). A reação química desse processo é mediada por um complexo enzimático chamado nitrogenase, como mostra a equação a seguir.



Dentre as bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, as mais conhecidas e importantes, ecológica e economicamente, são as do grupo que realizam simbiose com as espécies da família Fabaceae (ou Leguminosae). Essas bactérias são conhecidas popularmente como rizóbios, podendo pertencer ao gênero *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorizhobium*, *Agrobacterium*, *Allorhizobium*, *Aminobacter*, *Devosia*, *Ensifer*, *Mesorhizobium*, *Methylobacterium*, *Microvirga*, *Ochrobactrum*, *Phyllobacterium*, *Shinella*, *Photrizhobium*, *Burkholderia* e *Sinorhizobium* (EDZNA, 2016). Das leguminosas identificadas e catalogadas, já foram estudadas 5.000 espécies quanto à capacidade de formar simbiose com rizóbios. Destas, cerca de 88% possuem esse potencial simbiótico (MOREIRA et al., 2013).

Aproximadamente 67% das leguminosas amazônicas ainda não foram estudadas quanto à fixação biológica de N₂. Segundo Souza (2010), em pesquisas realizadas na Amazônia, os gêneros *Abarema*, *Acosmium*, *Campsiandra*, *Cedrelinga*, *Dicorynea*, *Etaballia*, *Plathymenia*, *Poecilanthe*, *Vouacapoua* e *Zollernia* foram identificados como novos gêneros nodulíferos. Este autor afirma ainda que são mais frequentes espécies noduladas na subfamília Papilionoideae, seguida da Mimosoideae e por último da Caesalpinioideae.

Espécies arbóreas como ingá (*Inga laurina*) e pau-rainha (*Centrolobium paraense*) estabelecem associação simbiótica com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (SILVA et al., 2014; ZILLI et al., 2014), que, apesar de Carpanezzi et al. (1983) afirmarem que o taxi-branco apresenta simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, não existem estudos que comprovem isso.

Em estudos realizados em Roraima, com o isolamento de rizóbios de pau-rainha de área de cultivo, foi identificada uma nova espécie do gênero *Bradyrhizobium*, denominada de *Bradyrhizobium neotropical* (ZILLI et al., 2014). Em outro estudo realizado no cerrado do Estado, foi identificada uma nova espécie de rizóbio denominada *Bradyrhizobium ingae*, isolada de nódulos de ingá (SILVA et al., 2014).

A eficiência da fixação biológica de nitrogênio nos nódulos está associada a vários fatores internos: fitohormônios e disponibilidade de fotoassimilados disponível pela planta; e externos: teor de oxigênio no nódulo, temperatura radicular, disponibilidade de nutrientes e de água (FAGAN et al., 2007). Esses fatores precisam estar em proporções normais e equilibradas para maior eficiência desse processo, para proporcionar maior disponibilidade de nitrogênio à

planta e, conseqüentemente, aumentar sua produção vegetal ocasionando mais ganhos na produção agrícola.

A eficiência das bactérias quanto à fixação de nitrogênio atmosférico varia entre espécie de plantas e entre estirpes de rizóbios, dentro de uma mesma espécie. Sendo assim, é importante a realização de testes de eficiência para indicar estirpes mais eficientes para cada espécie, proporcionando melhor produção nos plantios e, conseqüentemente, melhor manejo agrícola e florestal (MOREIRA et al., 2013).

Para a identificação das bactérias, existem várias análises microbiológicas, moleculares e bioquímicas, como exemplo a caracterização fenotípica que permite o conhecimento da diversidade das bactérias através da identificação inicial dos isolados, de forma rápida, fácil e de baixo custo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Essa análise é de suma importância por identificar características culturais das bactérias, sendo considerada o primeiro passo para a identificação de novos grupos taxonômico de microrganismos (JUNIOR et al., 2010).

A inoculação em leguminosas com estirpes mais eficientes e adaptadas ao ambiente de destino, aumenta ainda mais a produção vegetal, a resistência e qualidade dos plantios, além de reduzir os impactos ambientais causados pela inserção de insumos agrícolas, melhorando a fertilidade do solo e garantindo a sustentabilidade dos agroecossistemas (JUNIOR et al., 2010; BARAÚNA, 2013). Esses fatores são relevantes e de suma importância nos sistemas agroecológicos.

Contudo é indispensável estudos microbiológicos que contemple a identificação e eficiência de rizóbios das leguminosas utilizadas em plantios, de forma a proporcionar conhecimentos que visem a indicação de estirpes mais eficientes em determinados ambientes de forma a garantir melhoria e sustentabilidade dos plantios.

Embora haja resultados iniciais obtidos em relação ao nível de luminosidade, as informações disponíveis para o tipo de substrato utilizado na produção de mudas, bem como para a associação de rizóbios em taxi-branco são, principalmente, de caráter não científico. Além disso, estudos associando estes três aspectos são inexistentes para a espécie.

**CAPITULO I – PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tachigali vulgaris* SOB
DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATO E NÍVEIS DE
SOMBREAMENTO**

RESUMO

Diante da importância da qualidade da muda na implantação de qualquer plantio florestal, bem como da escassez deste tipo de informação para o taxi-branco o objetivo desse trabalho foi avaliar níveis de sombreamento e tipos de substratos para a produção de mudas de taxi-branco em Roraima. O estudo foi conduzido no viveiro da Embrapa Roraima, localizado em Boa Vista entre os meses de maio a novembro de 2014. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados, com quatro blocos, sendo os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, onde as parcelas consistiram de dois níveis de sombreamento (50% e 75%) e as subparcelas de quatro tipos de substrato [solo (S1); solo + areia (S2) (proporção volumétrica de 1:1); solo + areia + serragem (S3) (proporção volumétrica de 2:1:1); e solo + vermiculita (S4) (proporção volumétrica de 1:1)]. Cada parcela experimental foi constituída de cinco mudas. Mensalmente, do primeiro ao sexto mês, as mudas foram avaliadas quanto ao número de folhas (NF) e altura (ALT; cm) e, do quarto ao sexto mês, foram avaliadas quanto ao diâmetro do colo (DC; mm). Na avaliação final, realizada seis meses após o transplante, além das variáveis citadas anteriormente, foram avaliados os teores de clorofila *a* e *b* (Chl_a e Chl_b), índice de clorofila total (Chl_{total}), razão clorofila *a/b* (Chl_a/Chl_b), área foliar (AF; cm^2), massa seca da parte aérea (MSPA; g), e massa seca da raiz (MSR; g), massa seca total (MST), razão parte aérea/raiz (PA/R), porcentagem de mortalidade (M; %) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade de Cochran, ao teste de normalidade de Shapiro Wilk e, posteriormente, à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No caso das variáveis ALT, DC e NF, as quais foram avaliadas ao longo do tempo, os dados foram estudados por análise de regressão. O sombreamento de 50% é adequado para a maioria das variáveis morfológicas avaliadas, bem como para o índice de qualidade de Dickson. O substrato contendo apenas solo e o contendo solo + areia (1:1) proporcionam mudas de melhor qualidade, sendo, no entanto, recomendado aquele segundo substrato, devido a problemas de compactação observado para o primeiro. O substrato solo+areia+serragem proporciona menores valores para a maioria das variáveis avaliadas, incluindo o índice de qualidade de Dickson. Seis meses após o transplante, mudas de taxi-branco apresentam baixa porcentagem de mortalidade, tanto no sombreamento de 50%, quanto no de 75%.

Palavras-chave: Índice de Qualidade, luminosidade, crescimento.

ABSTRACT

Seedlings Production Under *Tachigali vulgaris* Types of Substrate and Different Levels of Shade

Given the importance of quality changes in the implementation of any forest planting, as well as the scarcity of this type of information to the taxi-branco the objective of this study was to evaluate shading levels and types of substrates for the production of taxi-branco seedlings in Roraima. The study was conducted in the nursery at Embrapa Roraima, located in Boa Vista between the months of May to November 2014. The experimental design was randomized blocks with four blocks, with the treatments arranged in a split plot scheme, where plots consisted of two shading levels (50% and 75%) and the subplots of four types of substrate [soil (S1); soil + sand (S2) (volume ratio 1: 1); soil + sand + sawdust (S3) (volume ratio 2: 1: 1); and soil, vermiculite (S4) (volume ratio 1: 1)]. Each experimental plot consisted of five changes. Every month, the first to the sixth month, the seedlings were evaluated for the number of leaves (NF) and height (ALT; cm), and the fourth to the sixth month were evaluated for stem diameter (DC; mm). In the final evaluation, conducted six months after transplanting, in addition to the variables mentioned above were evaluated and b chlorophyll content (Chl_a and Chl_b), chlorophyll index (Chl_{total}), ratio of chlorophyll a / b (Chl_a / Chl_b), area leaf (AF; cm²), dry weight of shoot (MSPA g), and dry weight of root (MSR g), total dry matter (MST), shoot / root (PA / R), mortality rate (M; %) and Dickson Quality Index (DQI). The data were submitted to the homogeneity of Cochran test, the Shapiro-Wilk normality test and subsequently to analysis of variance and the averages were compared by Tukey test at 5% probability. In the case of ALT variable DC and NC, and were evaluated over time, the data were evaluated by regression analysis. The shading of 50% is suitable for most of the evaluated morphological variables, as well as the Dickson quality index. The substrate containing soil and only containing soil + sand (1: 1) provide best seedlings, which, however, recommended that second substrate due to compaction problems observed in the first. The soil + sand + sawdust gives lower values for most variables assessed, including Dickson quality index. Six months after transplanting, taxi-branco seedlings have low mortality in both the 50% shading, and in 75%.

Keywords: Quality indicators, light, growth.

1 INTRODUÇÃO

O aumento de plantios para fins energéticos, para a construção civil, indústria moveleira e química, bem como para a recuperação de áreas degradadas, aumentou a importância da produção de mudas de espécies arbóreas nativas (DUTRA, 2010), uma vez que, para se obter sucesso no plantio florestal é necessário a obtenção de mudas de qualidade. Assim, o plantio terá maior índice de sobrevivência e menores serão os gastos com manutenção na fase inicial (MORGADO et al., 2000).

A avaliação da qualidade de mudas florestais em viveiro se relaciona diretamente com as variáveis morfológicas e fisiológicas medidas, dependendo da escolha feita em relação ao recipiente, substrato e sombreamento, das técnicas de produção e manejo e do tempo gasto no viveiro (GOMES, 2001). Dentre estes, o tipo de substrato e o nível de sombreamento merecem destaque, devendo-se levar em consideração a exigência e tolerância de cada espécie (DUTRA, 2010).

A luminosidade é fator indispensável em vários processos fisiológicos, a exemplo da fotossíntese, influenciando a morfologia e a fisiologia da planta (GOMES, 2001). As espécies arbóreas nativas brasileiras possuem diferentes exigências à intensidade de luz, em especial na fase de viveiro.

O substrato, por sua vez, exerce papel importante na estrutura arquitetônica do sistema radicular e no estado de nutrição da planta (CARNEIRO, 1983). Na escolha do substrato, devem ser considerados fatores como boa capacidade de retenção de água, alta porosidade, alta capacidade de troca catiônica, dentre outros fatores físicos e químicos, além da quantidade de nutrientes necessária para suprir as exigências da planta e promover o desenvolvimento de mudas vigorosas e saudáveis (GOMES e SILVA, 2004). Na escolha do substrato, devem-se observar, também, aspectos econômicos, como baixo custo e grande disponibilidade (FONSECA, 2001).

Inúmeros substratos em sua constituição original ou combinada são usados atualmente para propagação de espécies florestais. Alguns estudos relatam a superioridade de substratos contendo casca de arroz carbonizada, casca de amendoim processada e esterco em sua composição para a produção de mudas de espécies florestais nativas e exóticas (CALDEIRA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2008).

O taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.G. Silva e H.C. Lima) é uma espécie arbórea de médio porte, pertencente à família Fabaceae, que possui rápido crescimento e elevada produção de biomassa. A espécie apresenta madeira com alto poder calorífico e bom rendimento na produção de carvão (SILVA et al., 2010), sendo comparado ao eucalipto, por ter madeira com as mesmas propriedades mecânicas (LIMA, 2004).

Carpanezzi et al. (1983) relatam que o tempo necessário para que as mudas da espécie atinjam o tamanho ideal para plantio, ou seja, altura de 20 a 25 cm, deve ser de aproximadamente 180 dias após a semeadura, dependendo, dentre outros fatores, das condições climáticas e do substrato utilizado.

Estudos com o objetivo de definir o nível de luminosidade para produção de mudas de taxi-branco foram realizados por Conceição e Dias-Filho (2013), Felfili et al. (1999) e Freitas et al. (2012). De acordo com resultados obtidos por aqueles primeiros autores, mudas produzidas sob 50% de luminosidade apresentaram melhor qualidade do que mudas submetidas à 75% e 25% de luminosidade, embora tenha sido possível produzir mudas sob os três níveis. Já Freitas et al. (2012) e Felfili et al. (1999) mostraram que, em Tocantins e em Brasília, as mudas se desenvolveram melhor em luminosidade de 50% ou a pleno sol.

De acordo com Carpanezzi et al. (1983), em Belterra – PA, o substrato utilizado para produção de mudas de taxi-branco é composto por mistura de latossolo amarelo com textura muito argilosa (80 a 90% de argila), areia e matéria orgânica curtida (composto), nas proporções de 3:1:1, respectivamente. Souchie et al. (2011) mostraram viabilidade de substrato à base de carvão vegetal de eucalipto para produção de mudas de taxi-branco.

Com base no exposto é possível observar que, embora haja resultados iniciais obtidos em relação ao nível de luminosidade, as informações disponíveis para o substrato utilizado para a produção de mudas de taxi-branco são, principalmente, de caráter não científico. Além disso, estudos considerando a interação entre estes dois fatores são inexistentes para a espécie. Diante da importância deste tipo de informação na atividade florestal, o presente trabalho teve como objetivo avaliar níveis de sombreamento e tipos de substratos para a produção de mudas de taxi-branco em Roraima.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento Experimental e Germinação de Sementes de Taxi-branco

O experimento foi conduzido de maio a novembro de 2014 no viveiro da Embrapa Roraima, localizada em Boa Vista-RR (02°42'30"N e 47°38'00"O). Foi utilizado o delineamento experimental em blocos completos casualizados, com quatro blocos, sendo os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas. Cada parcela consistiu de dois níveis de sombreamento (50% e 75%) e cada subparcela de quatro tipos de substrato [solo (S1); solo + areia (v/v de 1:1; S2); solo + areia + serragem (v/v de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (v/v de 1:1; S4)]. Cada parcela experimental constituiu de cinco mudas. Para a altura, número de folhas e diâmetro do colo, variáveis que serão descritas posteriormente, foi considerado o arranjo de parcela subdividida no tempo, uma vez que essas variáveis foram avaliadas em diferentes épocas, conforme será relatado posteriormente.

A serragem utilizada na composição do substrato S3 foi curtida e constituída de uma mistura de serragem de diferentes tipos de espécies madeireiras exploradas na região. O solo utilizado possui textura argilosa, sendo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, coletado em camada superficial, no Campo Experimental Monte Cristo, pertencente à Embrapa Roraima. A análise química dos substratos é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química de quatro substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4) utilizados na produção das mudas de taxi-branco. Boa Vista – RR, 2014

	Metodologia	Substrato			
		S1	S2	S3	S4
pH	(H ₂ O)	5,3	5,5	5,6	5,7
M.O (g.dm ⁻³)		32	23	59	25
P (mg.dm ⁻³)	(MEHLICH)	7	6	6	6
K (mg.dm ⁻³)		23	20	23	51
Ca (mmolc.dm ⁻³)		16	10	17	14
Mg (mmolc.dm ⁻³)		7	4	5	7
H+Al (mmolc.dm ⁻³)	(CH ₃ COO) ₂ CaH ₂ O	34	25	31	25
Al (mmolc.dm ⁻³)		0	0	0	0
S (mg.dm ⁻³)	(SO ₄)	3	1	6	6
Cu (mg.dm ⁻³)		4,0	2,1	2,5	2,1
Fe (mg.dm ⁻³)	(MEHLICH)	20	23	22	22
Zn (mg.dm ⁻³)		1,55	1,40	2,00	0,70
Mn (mg.dm ⁻³)		81,0	43,0	67,0	44,0
B (mg.dm ⁻³)	(água quente)	0,21	0,27	0,27	0,2

Anteriormente à sementeira, as sementes, oriundas de 30 plantas de taxi-branco, provenientes de populações nativas do Amapá e do Pará, passaram por processo de escarificação para quebra da dormência, onde as mesmas foram levemente lixadas na região oposta à micrópila, com auxílio de lixa de unha. Em seguida, para proteger contra patógenos, foram tratadas com fungicida a base de CARBENDAZIM + TIRAM (Derosal plus), utilizando-se 2,0 mL do produto para cada litro de água, por cinco minutos e deixadas secar, sobre papel jornal, em galpão, por aproximadamente uma hora.

Após secagem, as sementes foram semeadas em jardineira de polietileno contendo areia grossa e mantidas em ambiente parcialmente sombreado (com apenas interceptação solar lateral após as 15:00 horas) até a emergência.

Aos 26 dias da sementeira mudas com aproximadamente 4,0 cm de altura foram transplantadas para sacos pretos de polietileno, de 25 cm x 16 cm, contendo os diferentes substratos e expostos aos dois níveis de sombreamento. As mudas foram irrigadas conforme necessidade, por irrigação automática superior constituída por tubo de PVC com mini aspersores.

Foram realizadas quatro adubações com 1,12 g de nitrato de cálcio e 0,20 g de cloreto de potássio por muda, sendo a primeira aos dois meses após o transplântio (período que as mudas começaram a amarelar), a segunda aos três meses, a terceira aos quatro meses e a última aos cinco meses após o transplântio.

2.2 Análises Morfológicas da Parte Aérea e Radicular das mudas

Mensalmente, até os seis meses após o transplântio, as mudas foram avaliadas quanto ao número de folhas (NF), altura (ALT; cm), enquanto que a avaliação do diâmetro do colo (DC; mm) foi realizada a partir dos quatro meses.

Na avaliação final, que ocorreu seis meses após o transplântio, além das variáveis já mencionadas, os teores de clorofila *a* e *b* (Chl_a e Chl_b), índice de clorofila total (Chl_{total}), razão clorofila *a/b* (Chl_a/Chl_b), área foliar (AF; cm^2), número de nódulos (NN), massa seca da parte aérea (MSPA; g), massa seca da raiz (MSR; g), massa seca total (MST; g), razão parte aérea/raiz (PA/R), porcentagem de mortalidade das mudas (M; %) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foram também avaliados.

Para a obtenção do NF foi realizado a contagem das folhas completamente expandidas de cada planta, realizado mensalmente durante os seis meses do experimento. A ALT foi obtida por meio de régua graduada, enquanto que o DC foi obtido utilizando paquímetro digital. Os teores de Chl_a e Chl_b foram obtidos pela média de três medições realizadas nos três últimos folíolos (contando do ápice para a base da folha), da terceira folha completamente expandida,

contando do ápice para a base. O índice de Chl_{total} foi obtido pela soma $Chl_a + Chl_b$ e a razão clorofila a/b pela divisão entre Chl_a e Chl_b . Para isso os dados foram coletados entre o horário de 9:30 h a 12:00 h, utilizando o clorofilômetro digital (CLOROFILOG-CFL1030). A AF foi avaliada utilizando o medidor de área foliar LI-3100C. Para a determinação do NN, os nódulos foram destacados das raízes das plantas ainda frescos e realizada a contagem destes em cada planta avaliada. Para obtenção da MSPA, MSR, a parte aérea e a raiz foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação de ar forçada a 60 °C, até atingirem peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão de 0,01 g. A MST e PA/R foram determinadas através da soma MSPA + MSR e divisão MSPA/MSR respectivamente. O IQD foi obtido conforme a fórmula seguinte:

$$IQD = \frac{\text{Massa Seca Total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diâmetro do Colo (mm)}} + \frac{\text{Massa Seca da Parte Aérea (g)}}{\text{Massa Seca da Raíz (g)}}$$

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos ao teste de homogeneidade de Cochran, ao teste de normalidade de Shapiro Wilk e, quando necessário, foram transformados para atender as exigências desses testes. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância. Em caso de significância dos fatores isolados ou das interações, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No caso das variáveis ALT, DC e NF, as quais foram avaliadas ao longo do tempo, os dados foram estudados por análise de regressão. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção das variáveis NN, MSR e IQD, as quais tiveram os dados transformados para $\sqrt[3]{x+1}$, os dados de todas as demais variáveis tiveram os pressupostos de homogeneidade e normalidade atendidos.

Seis meses após o transplante, foi observada mortalidade de 2,5% das mudas de taxi-branco, sendo 1,25% do S3 do sombreamento de 50% e 1,25% do sombreamento de 75%, sendo 0,62% do S2 e 0,62% do S4. Estes resultados indicam elevada sobrevivência de mudas da espécie, independente da luminosidade e substrato utilizado.

Como pode ser observado na Tabela 2, os coeficientes de variação (CV) para as variáveis NF, ALT e DC variaram de 4,94% a 24,67%, valores que mostram de elevada a moderada precisão experimental. Para o NF, foi observada significância ($P < 0,05$) para os efeitos de substrato, tempo e para a interação entre estes dois fatores (T x SUB), enquanto que para ALT foi observado efeito significativo para todos os fatores simples e interações. Em relação ao DC, só não foi detectado efeito significativo para a interação tempo x substrato x sombreamento (T x SUB x SOM).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), altura da planta (ALT; cm) e diâmetro do colo (DC; mm) avaliadas em mudas de taxi-branco submetidas a dois níveis de sombreamento e quatro tipos de substratos. NF e ALT foram avaliadas em seis épocas e DC em três épocas. Boa Vista – RR, 2015

FV	QM					
	GL	NF	GL	ALT	GL	DC
Sombreamento (SOM)	1	0,130	1	324,740*	1	7,769*
Bloco	3	0,797*	3	5,760	3	0,046
erro 1	3	0,074	3	5,312	3	0,046
Substrato (SUB)	3	17,436*	3	246,866*	3	6,806*
SOM x SUB	3	0,575	3	8,799*	3	0,227*
erro 2	18	0,220	18	1,984	18	0,070
Tempo (T)	5	120,584*	5	726,508*	2	5,172*
T x SOM	5	0,218	5	19,399*	2	0,994*
T x SUB	15	0,906*	15	16,605*	6	0,096*
T x SUB x SOM	15	0,195	15	1,469*	6	0,026
erro 3	129	0,155	129	0,642	57	0,013
CV 1 (%)		6,05		24,67		9,47
CV 2 (%)		10,45		15,07		11,62
CV 3 (%)		8,72		8,58		4,94
Média geral		4,52		9,34		2,28

* Significativo ao nível de 5%, pelo teste F.

O resultado de não significância para o sombreamento, no caso do NF, corrobora com os resultados observados por Felfili et al. (1999), ao avaliar mudas de taxi-branco em quatro

níveis de sombreamento (pleno sol, 50%, 70% e 90%) aos 10, 12, 14 e 20 meses após o transplântio.

Ao se considerar a interação T x SUB, no geral, não foram observadas diferenças significativas quanto ao NF entre os substratos S1, S2 e S4, ao longo das épocas de avaliação, enquanto que, o S3 foi o que apresentou o menor NF em todos as épocas (Figura 1). O maior NF observado para aqueles três primeiros substratos pode contribuir para uma maior interceptação de luz e, conseqüentemente, maior fotossíntese.

Houve resposta linear crescente significativa do NF com o tempo de permanência em viveiro, para todos os substratos avaliados, com valores chegando a aproximadamente sete folhas para os substratos S1, S2 e S4 e seis folhas para o S3, seis meses após o transplântio.

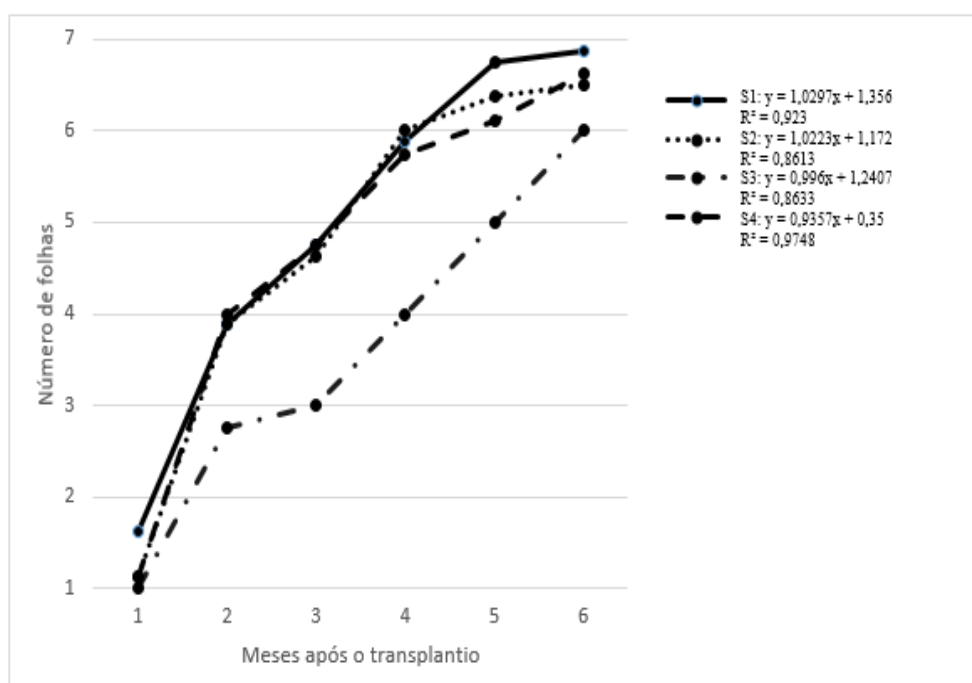


Figura 1. Média do número de folhas (NF) de mudas de taxi-branco avaliadas sob quatro tipos de substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4) e seis épocas de avaliação. Boa Vista – RR, 2015.

Neto et al. (2000) afirmam que a altura se destaca como a melhor variável para avaliar o desenvolvimento das plantas em testes de luminosidade, uma vez que o rápido crescimento está relacionado com a adaptação ao tipo de ambiente. No presente estudo foi observada resposta linear crescente e significativa da ALT ao longo das épocas de avaliação, para todos os níveis de sombreamento e tipos de substratos testados, com as maiores médias observadas aos seis meses após o transplântio. As mudas da combinação 75% de sombreamento x substrato S1 atingiram, em média, 23 cm nesta época de avaliação.

Até o segundo mês após o transplântio, no geral, não foram observadas diferenças significativas para a ALT entre os níveis de sombreamento, no entanto, a partir do terceiro mês as mudas cultivadas sob 75% de sombreamento apresentaram maior crescimento (Figura 2). Segundo Carvalho et al. (2006), essa resposta seria um mecanismo de adaptação encontrado em diversas espécies vegetais, como estratégia de escape à baixa luminosidade. A altura das plantas apresenta padrões de respostas variáveis de acordo com a capacidade adaptativa da espécie às mudanças na intensidade de luz (MUROYA et al., 1997). Ainda segundo Freitas et al. (2012), existe diversidade das espécies florestais quanto ao seu comportamento em diferentes ambientes de luminosidade.

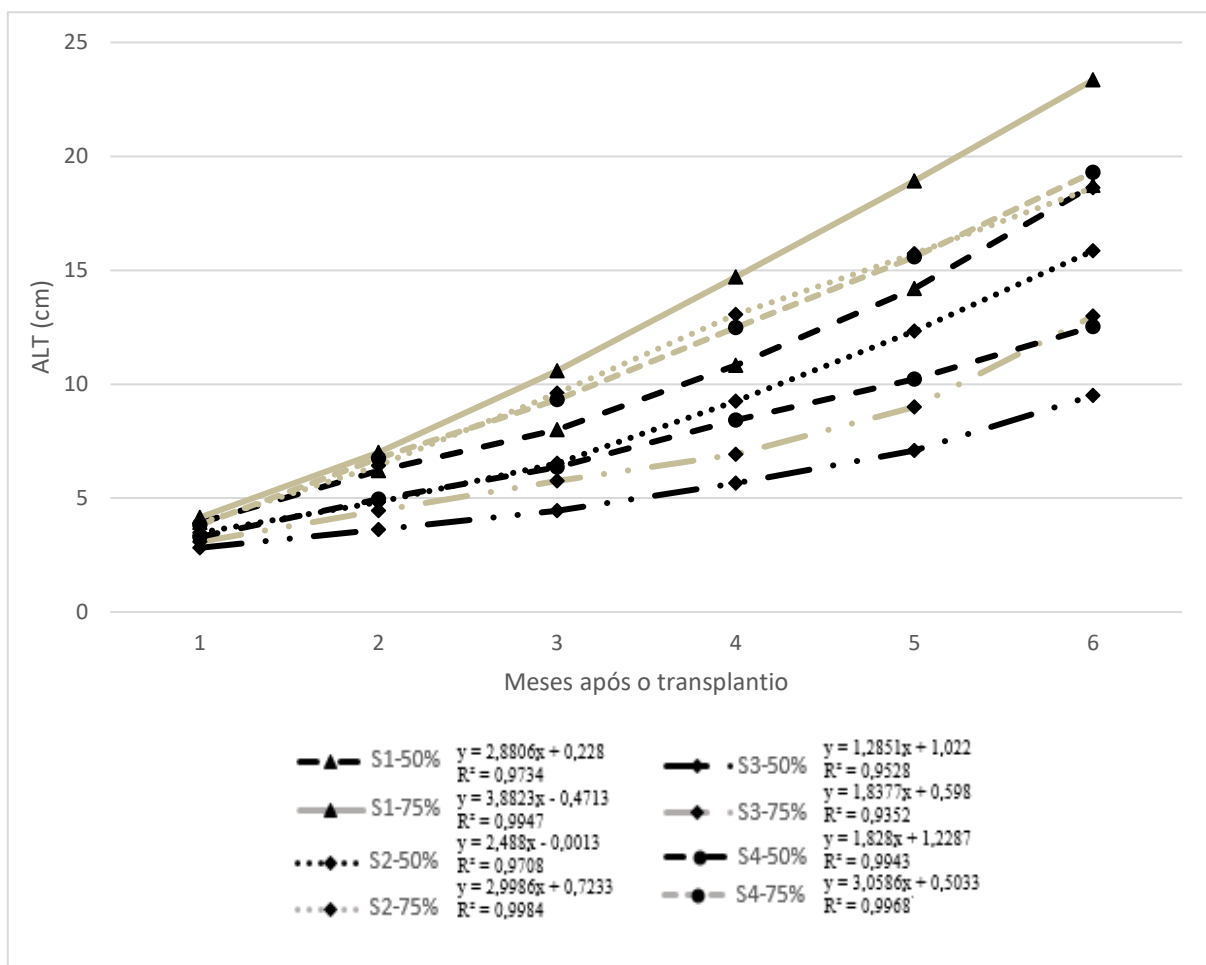


Figura 2. Altura de mudas (cm) de taxi-branco avaliadas em dois níveis de sombreamento, quatro substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e seis épocas de avaliação. Boa Vista – RR, 2015

Os resultados obtidos são concordantes com aqueles obtidos por Felfili et al. (1999), ao avaliar mudas de *Sclerolobium paniculatum* var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. Estes autores observaram que plantas cultivadas sob 90% de sombreamento tenderam a apresentar maiores valores de altura, quando comparadas aos tratamentos de pleno sol, 50% de sombra e 70% de

sombra. Freitas et al. (2012), ao avaliar mudas de taxi-branco em três condições de sombreamento (50%, pleno sol e sombra natural), encontraram maior crescimento de plantas no ambiente de 50% de luminosidade comparado ao ambiente de pleno sol, com maior destaque a partir dos 103 dias de avaliação. Neste estudo, sob condição de sombra natural as plantas apresentaram maior altura inicial até os 93 dias. Após esse período as plantas apresentaram altura inferior àquelas submetidas às condições de maiores luminosidades. Em Belém, o taxi-branco se desenvolveu bem tanto no sombreamento de 50% quanto no de 75%, comparadas às mudas cultivadas sob sombreamento de 25% (CONCEIÇÃO e DIAS-FILHO, 2013).

Em relação ao fator substrato, não foram observadas diferenças significativas quanto à ALT no primeiro mês de avaliação. No entanto, a partir dos dois meses após o transplantio, o substrato S1 foi o que mais se destacou nos dois níveis de sombreamento. Para a produção de mudas de jatobá, em diferentes condições de sombreamento e tipos de substrato, o tratamento a pleno sol apresentou maior valor de ALT com substrato contendo solo+areia+esterco bovino, enquanto que o sombreamento de 50% apresentou maior valor com substrato contendo solo+esterco bovino, comparado aos substratos contendo apenas solo e solo+areia (FILHO et al., 2003).

O diâmetro do colo (DC) é uma variável importante na avaliação do potencial da muda para sobrevivência e crescimento após o plantio (SCALON et al., 2001), pois plantas com maior DC apresentam maior tendência à sobrevivência em campo (SIEBENEICHLER et al., 2008). Em algumas espécies maior luminosidade permite uma taxa fotossintética mais elevada, logo maior acúmulo de carboidratos no caule das plantas (TAIZ & ZIEGER, 2004). Este fato pode ser observado na Figura 3, onde as plantas que foram submetidas ao sombreamento de 50% apresentaram maiores médias de DC que aquelas submetidas ao sombreamento de 75%, em todas as épocas de avaliação.

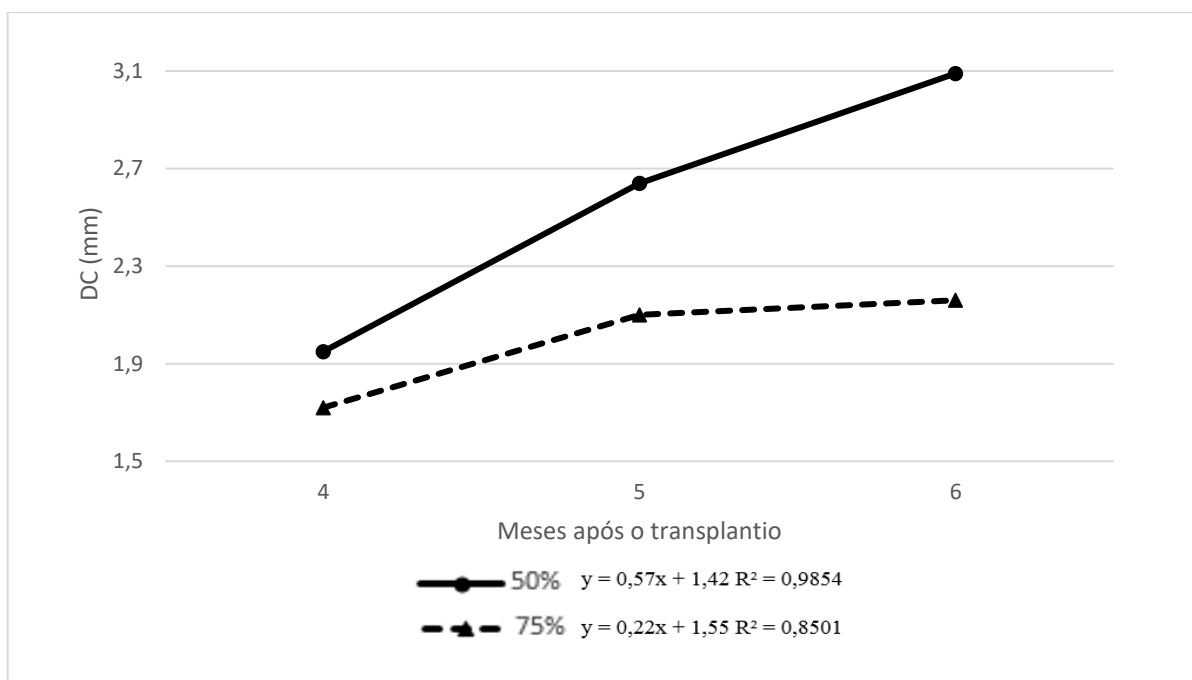


Figura 3. Diâmetro do colo (mm) de mudas de taxi-branco avaliadas sob dois níveis de sombreamento e três épocas de avaliação. Boa Vista – RR, 2015.

O nível de 50% de sombreamento proporcionou os maiores valores de DC para todos os substratos, havendo destaque dos substratos S1 e S2 (Tabela 3). Estes resultados quanto à luminosidade concordam parcialmente com aqueles obtidos por Freitas et al. (2012), onde plantas de taxi-branco avaliadas sob sombreamento natural apresentaram menores taxas de desenvolvimento do colo, em comparação às plantas submetidas a pleno sol. Neste mesmo estudo, a taxa de desenvolvimento do colo da planta submetida ao ambiente com 50% de luminosidade apresentou aumento significativo a partir de 82 dias, havendo tendência de maior desenvolvimento das plantas submetidas a 50% de luminosidade após os 145 dias em relação àquelas desenvolvidas a pleno sol. Segundo estes autores, por apresentar estas características, o taxi-branco viabiliza sua utilização como espécie pioneira em projetos de recuperação da vegetação em áreas degradadas.

Tabela 3. Diâmetro do colo (mm) de mudas de taxi-branco avaliadas sob dois níveis de sombreamento e quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)). Boa Vista – RR, 2015

Sombreamento	Substrato			
	S1	S2	S3	S4
50%	3,09 aA	2,91 aA	1,70 aC	2,55 aB
75%	2,35 bA	2,18 bA	1,33 bB	2,12 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Felfili et al. (1999), obtiveram maiores médias de DC no tratamento de 50% de sombreamento, seguido da condição de pleno sol, o que é característico de espécies heliófilas de fases iniciais de sucessão. No entanto, em estudo realizado por Conceição e Dias-Filho (2013), os sombreamentos de 50% e 75% proporcionaram maiores diâmetros que o sombreamento de 25%.

Foi observada resposta linear crescente e significativo do DC ao longo das épocas de avaliação para todos os substratos (Figura 4), onde aos seis meses após o transplântio foram obtidas as maiores médias. Em todas as épocas de avaliação, o S1, seguido do S2, foram os substratos que proporcionaram as maiores médias.

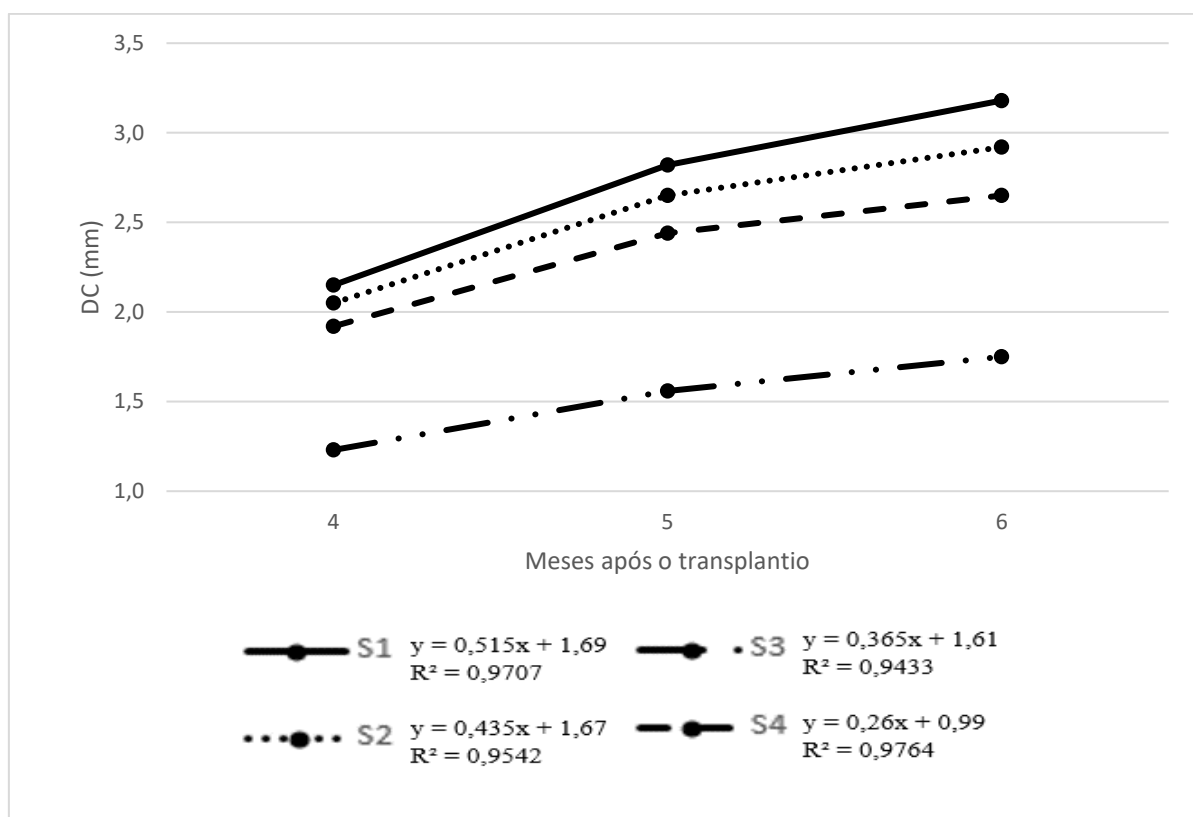


Figura 4. Diâmetro do colo (mm) de mudas de taxi-branco avaliadas sob quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) em três épocas. Boa Vista – RR, 2015.

Segundo Gonçalves et al. (2009), mudas de boa qualidade devem apresentar ALT variando de 20 a 35 cm e DC entre 5 e 10 mm. Mesmo considerando as combinações de sombreamento e substrato que proporcionaram mudas de maior crescimento, no presente estudo, o DC não atingiu o limite inferior para que a muda fosse considerada de qualidade, segundo critérios daqueles autores. No entanto, o valor de ALT obtido para a melhor combinação de sombreamento e substrato (75% e S1; 23 cm) foi similar e o de DC (50% e S1; 3,2 mm) superior a aquele obtido por Conceição e Dias-Filho (2013) aos 148 dias após o

transplântio. Estes valores de ALT e DC também são similares aos obtidos por Felfili et al. (1999), em plantas de 10 meses de idade, cultivadas sob 90% de sombreamento.

Para as variáveis NN e Chl_a foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as médias apenas para o fator substrato e para a interação sombreamento x substrato (SOM x SUB; Tabela 4) respectivamente, enquanto que, em relação às variáveis AF, Chl_{total}, MSR, MSPA, MST, PA/R e IQD, houve diferenças significativas tanto para os dois fatores, quanto para a interação. Finalmente, para Chl_b e Chl_a/Chl_b não foram observadas diferenças significativas para nenhum dos fatores e nem para a interação. Os coeficientes de variação variaram de 2,25% (CV2; IQD) a 43,52% (CV1; PA/R), indicando de moderada a elevada precisão experimental.

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis área foliar (cm^2), número de nódulos (NN), índice de clorofila *a* (Chl_a), índice de clorofila *b* (Chl_b), índice de clorofila total (Chl_{total}), razão clorofila *a/b* (Chl_a/Chl_b), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), razão parte aérea/raiz (PA/R) e índice de qualidade de Dickson (IQD), avaliadas em mudas de taxi-branco submetidas a dois níveis de sombreamento e quatro tipos de substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)). Boa Vista – RR, 2015

FV	GL	Quadrado médio					
		NN**	AF	Chl _a	Chl _b	Chl _{total}	Chl _a /Chl _b
Sombreamento (SOM)	1	1,56	32.578,83*	7,73	1,17	14,93*	0,12
Bloco	3	0,99	1.366,04	10,16	0,91	14,84*	0,29
Erro 1	3	0,55	2.917,90	1,93	0,50	1,41	0,46
Substrato (SUB)	3	10,90*	83.160,93*	3,21	0,34	5,16	0,08
SOM x SUB	3	0,13	9.499,24*	13,58*	0,85	20,51*	0,11
Erro 2	18	0,66	977,30	1,14	0,31	2,25	0,10
CV1 (%)		16,5	23,26	5,31	11,94	3,70	15,15
CV2 (%)		18,12	13,47	4,07	9,42	4,67	7,20
Média geral		5	232,22	26,19	5,89	32,08	4,48
		MSR**	MSPA	MST	PA/R	IQD**	
Sombreamento (SOM)	1	0,47*	6,15*	19,05*	32,56*	0,16*	
Bloco	3	0,02	0,08	0,36	1,21	0,00	
Erro 1	3	0,02	0,10	0,25	2,46	0,00	
Substrato (SUB)	3	0,22*	4,63*	11,13*	33,20*	0,04*	
SOM x SUB	3	0,04*	0,87*	2,42*	7,25*	0,01*	
Erro 2	18	0,01	0,05	0,14	0,76	0,00	
CV1 (%)		11,38	19,74	21,83	43,52	5,31	
CV2 (%)		5,34	14,31	15,95	24,24	2,25	
Média geral		1,29	1,61	2,31	3,60	1,13	

* Significativo ao nível de 5%, pelo teste F; ** Dados transformados para $\sqrt[2]{x+1}$.

O taxi-branco é uma leguminosa arbórea que pode apresentar associação com bactérias fixadoras de N atmosférico. O número de nódulos presente em uma planta está relacionado com

a densidade de bactérias estabelecidas no substrato, e representa uma medida semiquantitativa do número de células presentes nos mesmos (NÓBREGA et al., 2008). Em estudos com mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, o substrato contendo 33% de vermiculita + 33% de moinha de carvão + 33% de serragem de madeira foi o que produziu maior NN (média de 29,68 nódulos por muda) (GONÇALVES et al., 2013). No entanto, no presente estudo, os substratos que continham apenas solo e os que continham serragem curtida e vermiculita em sua composição (S1, S3 e S4, respectivamente) foram os que produziram as menores médias de NN (18, 14 e 12 nódulos, respectivamente), não diferindo significativamente entre si (Tabela 5). Por outro lado, o substrato S2, ou seja, aquele que continha solo + areia em sua composição, foi o que apresentou o maior NN, com média de 37 nódulos.

Tabela 5. Médias do número de nódulos (NN) avaliados em mudas de taxi-branco, cultivadas em quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)). Boa Vista – RR, 2015

Substrato	Número de nódulos
S1	4,33 (18) b
S2	6,19 (37) a
S3	3,91 (14) b
S4	3,56 (12) b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Médias entre parênteses indicam médias dos valores não transformados.

Segundo Nóbrega et al. (2008), solos de textura mais arenosa proporcionaram um meio mais poroso, favorecendo maior aeração e infiltração de água no tubete e, conseqüentemente, melhor nodulação de mudas de sesbânia (*Sesbania virgata* (Caz.) Pers). Este fato pode explicar o maior NN observado para o S2, uma vez que metade da composição deste substrato foi constituído por areia.

O resultado da análise química dos substratos (Tabela 1) mostrou que, exceto para o P, Fe e B, o S2 apresentou os menores teores de nutrientes, quando comparados aos demais substratos. Estes resultados discordam dos obtidos por Barauna (2013), o qual, em estudos realizados com pau-rainha em Roraima, observou maior nodulação de plantas no substrato que apresentou maiores teores de Ca, P e matéria orgânica, sendo estes elementos reportados como limitantes à nodulação (HUNGRIA e VARGAS, 2000). Sendo assim, no presente estudo, a nodulação demonstrou estar mais associada à granulometria dos substratos do que à composição química dos mesmos.

A área foliar de uma planta depende do número e do tamanho das folhas, bem como do seu tempo de permanência em atividade, estando relacionada a diversos processos fisiológicos, tais como fotossíntese, respiração e transpiração (PEREIRA, 1987). Dada a importância dos

órgãos fotossintetizantes na produção biológica, a área foliar é considerada como um índice de produtividade (FERREIRA et al., 1977).

Segundo alguns autores (DALE, 1988; GORDON 1989; JONES e McLEOD, 1990), a área foliar das espécies tolerantes ao sombreamento tendem a crescer com o aumento deste fator, pois expande a superfície fotossintética, assegurando aproveitamento mais eficiente das baixas intensidades luminosas, enquanto que, a área foliar das espécies que evitam o sombreamento aumenta em ambientes com maior disponibilidade de luz. No caso do taxi-branco, no sombreamento de 50%, a AF das mudas cultivadas com os substratos S1 e S2 foi superior à AF das mudas cultivadas no sombreamento de 75% (Tabela 6), enquanto que, quando cultivadas com os substratos S3 e S4, não foram observadas diferenças significativas entre os níveis de sombreamento. Os substratos S1 e S2 foram os que se destacaram nas duas condições luminosas.

Tabela 6. Médias da área foliar (cm²) avaliada em mudas de taxi-branco submetidas a quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e dois níveis de sombreamento. Boa Vista – RR, 2015

Substrato	Sombreamento	
	50%	75%
S1	397,34 aA	260,20 aB
S2	328,18 bA	220,90 aB
S3	97,80 dA	83,34 bA
S4	233,19 cA	236,81 aA
Média	264,13	200,31

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados diferentes em relação à AF foram encontrados por Pacheco et al. (2013) com jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth), por Rego e Possamai (2006) com jequitibá-rosa (*Cariniana legalis* - Mart.) e por Silva et al. (2007) com jutaí-mirim (*Hymenaea parvifolia* Huber.), que mostraram que as médias de AF foram maiores nas condições de menor luminosidade. Corroborando os resultados obtidos no presente estudo, mudas de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. var. *leiostachya*) também apresentaram maior AF quando submetidas ao nível de 50% de luminosidade (LENHARD et al., 2013).

Em relação aos índices de Chl_a e Chl_{total}, o maior nível de sombreamento (75%) proporcionou maiores valores para a maioria dos substratos, com destaque para o substrato S3 no caso da Chl_a (Tabela 7). Não foram observadas diferenças significativas entre os substratos, neste nível de luminosidade, no caso da Chl_{total}. Gonçalves et al. (2012), Rego e Possamai

(2006), Martinazzo et al. (2007) e Nakazono et al. (2001) também obtiveram maiores valores de Chl_a em níveis mais elevados de sombreamento para plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King), jequitibá-rosa (*Cariniana legalis* Martius), pitanga (*Eugenia uniflora*) e palmito-juçara (*Euterpe edulis* Mart). Almeida et al. (2005) também observaram maior acúmulo de clorofila no nível de maior sombreamento para quatro espécies florestais (*Maclura tinctoria*, *Senna macranthera*, *Hymenaea courbaril* e *Acacia mangium*), resultado que, segundo estes autores e Vieira et al. (2010), pode ser devido a compensação da espécie à menor quantidade de radiação disponível.

Tabela 7. Índice de clorofila *a* e índice de clorofila total avaliado em mudas de taxi-branco submetidas a quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e dois níveis de sombreamento. Boa Vista – RR, 2015

Substrato	Sombreamento			
	Chl _a		Chl _{total}	
	50%	75%	50%	75%
S1	28,14 aA	26,03 abB	34,38 aB	31,90 aA
S2	25,69 bA	25,56 bA	31,11 bA	31,33 aA
S3	24,04 bB	27,74 aA	29,36 bB	34,28 aA
S4	24,92 bB	27,38 abA	30,74 bB	33,53 aA
Média	25,70	26,68	31,40	32,76

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A proporção de clorofila *b* também é maior nas plantas em condições de menor luminosidade, por ter produção mais intensificada pela planta como meio adaptativo, com intuito de captar energia em outro comprimento de onda e transferí-la à clorofila *a*, como também pelo fato de ser mais demorada sua degradação em relação a clorofila *a* (SCALON et al., 2003; MARTINAZZO et al., 2007). A maior concentração de clorofila *b* nessas condições de luminosidade também contribui para a menor razão clorofila *a/b* das plantas nesse ambiente (BOARDMAN, 1977). No entanto, para o taxi-branco, não foram observadas diferenças significativas quanto às variáveis Chl_b e razão clorofila *a/b* entre os dois níveis de sombreamento. Almeida et al. (2005), dentre quatro espécies estudadas, mostraram que apenas a *Acacia mangium* apresentou diferenças significativas entre os tratamentos de sombreamento (0%, 30% e 50% de sombreamento) quanto à relação clorofila *a/b*, sendo o maior valor encontrado nas plantas cultivadas a pleno sol.

Ao se avaliar as variáveis MSR, MSPA e MST (Tabela 8), exceto para o substrato S3, o nível de sombreamento de 50% foi o que proporcionou os maiores valores destas variáveis.

Considerando esta condição de sombreamento, os substratos S1 e S2 se destacaram em relação aos demais. Esses resultados corroboram com os observados por Felfili et al. (1999) ao analisar mudas de taxi-branco, os quais obtiveram maior produção de massa seca, tanto para a planta inteira quanto para a raiz, caule e folhas de mudas submetidas à condição de 50% de sombreamento, comparado aos níveis de pleno sol, 70 e 90% de sombreamento. No entanto, em estudo realizado por Conceição e Dias-Filho (2013), mudas de taxi-branco apresentaram maior produção de matéria seca sob maiores níveis de sombreamento (75%). Freitas et al. (2012) obtiveram maiores valores de massa seca das folhas, do caule, da raiz e massa seca total quando submetidas a ambientes de pleno sol. No entanto, ao se comparar apenas as condições de 50% de sombreamento e de sombra natural, maior desenvolvimento foi obtido no sombreamento de 50%. Rego e Possamai (2006) ao avaliarem mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis* – Mart.) e de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. var. *leiostachya*) também obtiveram maior biomassa da parte aérea nos níveis médios de sombreamento.

Tabela 8. Médias da massa seca da raiz (MSR; g), da massa seca da parte aérea (MSPA; g), massa seca total (MST; g) e razão parte aérea/raiz (PA/R) avaliadas em mudas de taxi-branco, submetidas a quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e dois níveis de sombreamento. Boa Vista – RR, 2015

Substrato	Sombreamento							
	MSR		MSPA		MST		PA/R	
	50%	75%	50%	75%	50%	75%	50%	75%
S1	1,59 (1,53) aA	1,22 (0,49) aB	3,19 aA	1,56 aB	4,74 aA	2,06 aB	2,14 bA	3,30 bA
S2	1,60 (1,56) aA	1,23 (0,51) aB	2,54 bA	1,32 aB	4,12 aA	1,84 aB	1,78 bA	2,67 bA
S3	1,10 (0,21) cA	1,03 (0,06) bA	0,74 dA	0,44 bA	0,96 cA	0,48 bA	4,14 aB	8,80 aA
S4	1,34 (0,80) bA	1,19 (0,42) aB	1,71 cA	1,36 aB	2,50 bA	1,78 aB	2,26 bA	3,40 bA
Média	1,41 (0,99)	1,17 (0,37)	2,05	1,17	3,08	1,54	2,59	4,61

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Médias entre parênteses indicam médias dos valores não transformados.

Os maiores valores de MSPA, MST e MSR no nível de 50% podem estar relacionados aos maiores valores de NF, AF e DC, também observados nesta condição luminosa. Sob condição de maior luminosidade deve haver aumento da atividade fotossintética e, conseqüentemente, incremento no teor de carboidratos.

Com exceção do substrato S3, onde a razão parte aérea/raiz (PA/R) foi maior na condição de 75% de sombreamento, não foram observadas diferenças significativas quanto a esta variável entre os dois níveis de sombreamento considerados. Conceição e Dias-Filho (2013) também não observaram menores valores de PA/R para mudas de taxi-branco cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento. Felfili et al. (1999) e Freitas et al. (2012), por outro lado, mostraram que houve uma tendência para um maior aumento de investimento na produção

de biomassa da parte aérea em detrimento do sistema radicular em mudas de taxi-branco, à proporção que a luz se tornou menos disponível.

Os maiores valores de PA/R observados para o S3 mostram que este substrato proporcionou mudas com má distribuição de matéria seca, havendo maior alocação para a parte aérea, fator que pode alterar o padrão de qualidade da planta no campo. Os menores valores de PA/R obtidos nos substratos S1, S2 e S4 permitem inferir que nestes substratos há uma distribuição equilibrada de fotoassimilados na planta, permitindo melhor desempenho das mudas no campo. Estes menores valores associados aos maiores valores de MSPA, MSR e MST observados para os substratos S1 e S2, indicam que estes dois substratos são capazes de proporcionar mudas de melhor qualidade.

O IQD é considerado uma boa variável para avaliar a qualidade de mudas, uma vez que leva em consideração o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando os resultados de várias variáveis (FONSECA et al., 2002). Este índice isoladamente ou em conjunto com variáveis morfológicas pode ser utilizado para avaliação da qualidade de mudas. O sombreamento de 50% foi o que proporcionou mudas com maiores valores de IQD em todos os substratos, havendo destaque dos substratos S1 e S2, neste nível (Tabela 9). No sombreamento de 75%, considerando todos os substratos, e no sombreamento de 50%, considerando o S3, não foram observados valores de IQD superiores a 0,20, que é o valor mínimo recomendado para que uma muda seja considerada de boa qualidade (HUNT, 1990). Sendo assim, quanto maior o valor do IQD, maior a qualidade da muda.

Tabela 9. Médias do índice de qualidade de Dickson (IQD) avaliadas em mudas de taxi-branco, submetidas a quatro tipos de substrato (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e dois níveis de sombreamento. Boa Vista – RR, 2015

Substrato	Sombreamento	
	IQD	
	50%	75%
S1	1,29 (0,66) aA	1,08 (0,17) aB
S2	1,29 (0,66) aA	1,08 (0,17) aB
S3	1,06 (0,12) cA	1,01 (0,02) bB
S4	1,18 (0,39) bA	1,07 (0,14) aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de IQD obtidos no presente estudo são concordantes aos obtidos por Conceição & Dias-Filho (2013), os quais mostraram que o tratamento de 50% de sombra foi o

que apresentou maior valor (2,69) para esta variável, embora bem próximo ao valor obtido (2,60) para o sombreamento de 75%. Em estudo realizado por Freitas et al. (2012), a medida que houve diminuição do nível de sombreamento, mudas de taxi-branco apresentaram maior IQD. Os valores de IQD obtidos por Conceição e Dias-Filho foram bastante superiores aos obtidos no presente estudo, mesmo considerando aqueles maiores, ou seja, aqueles obtidos nos substratos S1 e S2, no nível de sombreamento de 50% (0,66). No entanto, estes valores foram similares aos obtidos por Freitas et al. (2012), os quais obtiveram IQD de 0,68 para plantas submetidas a 50% de sombra.

As mudas desenvolvidas sob maior sombreamento (75%), além de ter apresentado menores valores para a maioria das variáveis morfológicas avaliadas, apresentaram, também, menor qualidade, avaliada pelo IQD. Por outro lado, os substratos S1 e S2, os quais se mostraram superiores para a maioria das variáveis avaliadas, também proporcionaram mudas de maior qualidade. No entanto, ao se comparar estes dois substratos, o S2 apresenta maior praticidade de uso, uma vez que o S1 tendeu a apresentar maior compactação, avaliada visualmente, necessitando, desta forma, de um maior controle da irrigação, principalmente porque o período de produção da muda coincidiu com o período mais seco do ano.

A observação de que o substrato S+A+S foi o que proporcionou mudas com as menores médias para a maioria das variáveis avaliadas, concorda com Gondin et al. (2015), que, em pesquisa com o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), observaram que o desenvolvimento do sistema radicular dessa espécie foi prejudicado quando as mudas foram cultivadas com substratos que possuíam pó de serra fresco ou curtido em sua composição.

De acordo com Burés (1997), dependendo do tempo de armazenamento, a serragem pode ser usada como substrato sem a necessidade de realizar compostagem. Entretanto, mesmo nas serragens envelhecidas e naturalmente compostadas, podem ocorrer processos anaeróbios de fermentação, gerando ácidos orgânicos que interferem no crescimento de raízes, sendo esse um dos principais fatores limitantes ao uso desse subproduto como substrato.

4 CONCLUSÕES

1. O sombreamento de 50% é adequado para a maioria das variáveis morfológicas avaliadas, bem como para o índice de qualidade de Dickson;
2. O substrato contendo apenas solo e o contendo solo + areia (1:1) proporcionam mudas de melhor qualidade, sendo, no entanto, recomendado aquele segundo substrato, devido a problemas de compactação observados para o primeiro;
3. O substrato solo + areia + serragem proporciona menores valores para a maioria das variáveis avaliadas, incluindo o índice de qualidade de Dickson;
4. Seis meses após o transplante, mudas de taxi-branco apresentam baixa porcentagem de mortalidade, tanto no sombreamento de 50%, quanto no de 75%.

**CAPITULO II- COLONIZAÇÃO POR RIZÓBIOS EM MUDAS DE
Tachigali vulgaris PRODUZIDAS SOB DIFERENTES SUBSTRATOS E
NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

RESUMO

Os rizóbios são microrganismos de grande importância na agricultura, silvicultura, reflorestamento e na recuperação de áreas degradadas, pois proporcionam às plantas maior crescimento, produção e resistência a doenças e patógenos aumentando, assim, a qualidade e a produção dos plantios. Este trabalho teve como objetivos avaliar a colonização, isolar e caracterizar fenotipicamente rizóbios presentes em mudas de taxi-branco cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento e tipos de substratos em Roraima. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Roraima, localizada em Boa Vista – RR, entre novembro de 2014 e setembro de 2015. O delineamento utilizado no viveiro para coleta dos nódulos foi o de blocos casualizados com quatro blocos, com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, onde as parcelas consistiram de dois níveis de sombreamento (50% e 75%) e as subparcelas de quatro tipos de substrato [solo; solo + areia (proporção volumétrica de 1:1); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1)]. Para o isolamento das bactérias foi utilizado dois nódulos de cada planta sobrevivente, totalizando 304 nódulos avaliados. Inicialmente, foi realizada a reidratação dos nódulos com água destilada e realizada a desinfestação da superfície dos nódulos utilizando álcool etílico 96% por 30 segundos e solução de hipoclorito de sódio 5% por 5 minutos. Após a desinfestação, os nódulos foram individualmente macerados e espalhados em placa de Petri contendo meio de cultura YMA com vermelho congo 0,25%. As placas foram acondicionadas em incubadora a 28 °C e avaliadas diariamente quanto ao crescimento de bactérias. Após a observação de colônias, estas foram repicadas em placas de Petri contendo meio de cultura YMA com azul de bromotimol 0,5% até a purificação das mesmas. A caracterização fenotípica das bactérias isoladas foi realizada através da observação (a olho nu) das colônias e pelo tempo de crescimento, forma da colônia, borda, elevação, superfície da colônia, produção de muco, elasticidade, transparência do muco, coloração, aparência do muco, consistência e pH do meio e tamanho inicial e final da colônia. Após a caracterização fenotípica, as bactérias foram estocadas com óleo mineral estéril em meio de cultura YMA com azul de bromotimol 0,5%. Os dados obtidos da caracterização dos isolados foram transformados em código binário (0: ausência e 1: presença), sendo a similaridade calculada pelo coeficiente de Jaccard (S_j) ($S_j = a/a + b + c$). A matriz de similaridade gerada foi utilizada para análise de agrupamento pelo método da Ligação Média Entre Grupos (UPGMA). O programa NTSYS-pc, versão 2.1, foi utilizado. Os dados de número de isolados foram submetidos ao teste de homogeneidade e normalidade, com posterior análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O número de isolados não é influenciado pelos tratamentos de sombreamento e substrato. A maioria dos isolados apresentam crescimento muito rápido e pH ácido em meio de cultura. Verifica-se diversidade fenotípica de rizóbios isolados nos diferentes substratos e luminosidade utilizado na produção de mudas de taxi-branco.

Palavras-chave: Fixação biológica de nitrogênio, substrato, sombreamento.

ABSTRACT

Settlement in Rhizobia in *Tachigali Vulgaris* Seedlings Produced Under Different Substrates and Levels of Shade

The rhizobia are very important microorganisms in agriculture, forestry, reforestation and recovery of degraded areas, as they provide the plants increased growth, yield and resistance to diseases and pathogens, thus increasing the quality and production of crops. This work aimed to evaluate colonization, isolate and characterize phenotypically rhizobia present in taxi-branco seedlings grown under different levels of shading and substrates in Roraima. Microbiological analyzes were performed in Soil Microbiology Laboratory of Embrapa Roraima, located in Boa Vista - RR, between November 2014 and September 2015. The design used in the nursery to collect the nodules was a randomized complete block with four blocks with the treatments arranged in a split plot scheme, where the plots consisted of two shading levels (50% and 75%) and the subplots of four types of substrate [soil; soil + sand (volume ratio 1: 1); soil + sand + sawdust (volume ratio 2: 1: 1); and soil, vermiculite (volume ratio 1: 1)]. For the isolation of bacteria was used two nodes of each surviving plant, totaling 304 reviews nodes. Initially, the rehydration of nodules was performed with distilled water and disinfection carried out surface nodules using 96% ethyl alcohol for 30 seconds and sodium hypochlorite 5% solution for 5 minutes. After disinfection, the nodules were individually macerated and spread on Petri plate containing YMA culture medium with congo red 0.25%. The plates were placed in an incubator at 28 ° C and evaluated daily for bacterial growth. After the observation of colonies, these were transplanted on Petri plates containing YMA culture medium with 0.5% bromothymol blue until purification thereof. Phenotypic characterization of bacterial isolates was performed by observation (the eye) of the colonies and the growth time, colony shape, edge, high, colony surface, mucus production, elasticity, mucus transparency, color, appearance mucus, consistency and pH of the medium and initial and final size of the colony. After phenotypic characterization, the bacteria were stored in sterile mineral oil on YMA culture medium with 0.5% bromothymol blue. The data obtained from characterization of isolated were transformed into binary code (0: no and 1: present), and the similarity calculated by the Jaccard Coefficient (S_j) ($S_j = a / a + b + c$). The generated similarity matrix was used for cluster analysis by the method of connection between groups Average (UPGMA). The NTSYS-pc software, version 2.1, was used. The data number of isolates were submitted to normality and homogeneity test, with subsequent analysis of variance and comparison of means by Tukey test at 5% probability. The number of isolates is not influenced by the shading treatment and substrate. Most isolates exhibit very rapid growth and acid pH in the culture medium. There is phenotypic diversity of rhizobia on different substrates and light used to produce taxi-branco seedlings.

Keywords: Biological nitrogen fixation, substrate, shading.

1 INTRODUÇÃO

O nitrogênio está presente na clorofila, nos ácidos nucleicos, nas proteínas, assumindo papel importante e fundamental nos processos vitais das plantas, que necessitam desse nutriente em grande quantidade para suprir suas necessidades fisiológicas e completar seu ciclo de vida (FAQUIN, 2005). O nitrogênio está disponível na natureza principalmente na forma de N_2 , não assimilável pelas plantas.

O nutriente é fornecido às plantas de três formas, pelo solo através da decomposição da matéria orgânica, por adubação nitrogenada e por fixação biológica de nitrogênio atmosférico (HUNGRIA, 1994). Algumas bactérias aeróbias, como as do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, que realizam fixação biológica de nitrogênio, possuem dinitrogenase, um complexo enzimático que tem a capacidade de quebrar a tripla ligação existente entre os dois átomos de nitrogênio, transformando-o em uma fórmula absorvível pelas plantas.

As bactérias fixadoras de nitrogênio que nodulam leguminosas, genericamente chamadas de rizóbios, estabelecem associações simbióticas com essas plantas. De um lado a planta fornece a formação dos nódulos e carboidratos para essas bactérias viver e completar seu ciclo de vida, enquanto do outro lado, as bactérias absorvem o nitrogênio atmosférico (N_2), transformando-o em amônia e disponibilizando-o às plantas para suprir fisiologicamente suas necessidades. Ao ser suprida por esse macronutriente, a planta investe em produção da parte aérea e desenvolve seu processo reprodutivo com eficiência, aumentando sua produção (MOREIRA et al., 2013). Esse processo é importante principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas, por ser uma fase de estruturação na qual o nitrogênio é requerido substancialmente (BARAÚNA, 2013).

A associação entre rizóbios e plantas possui grande importância na agricultura, na silvicultura, no reflorestamento e no processo de recuperação de áreas degradadas, por proporcionar resistência contra doenças e maior produção vegetal. A simbiose entre rizóbios e leguminosas representa a principal transição de N_2 atmosférico a nitrogênio orgânico. Essa simbiose é tão importante no ecossistema, que é responsável por aproximadamente 90% do nitrogênio utilizado pelos seres vivos em sistemas naturais (SILVA et al., 2007).

As leguminosas em simbiose com rizóbios assumem um papel importante na disponibilidade de nitrogênio e fósforo para as demais plantas do ecossistema a qual está inserida, ocasionada pela decomposição da matéria orgânica depositada no solo proporcionando melhoria do ambiente (DIAS et al., 2007; JUNIOR et al., 2010). Além de disponibilizar nitrogênio às plantas, os rizóbios agem de forma a reduzir a dependência de agroquímicos diminuindo o impacto da agricultura nos agroecossistemas (BARAÚNA, 2013). Estudos sobre

esses microbiontes, para seu manejo adequado, em prol da maior produção e economia na agricultura e sustentabilidade dos ecossistemas são de suma importância.

Os rizóbios fazem parte da biodiversidade do solo, estando ligados, direta ou indiretamente com os processos de formação deste, ciclagem e armazenamento de nutrientes. Essa biodiversidade é de grande importância para a resiliência e estabilidade do ecossistema solo, o que mostra que o conhecimento da biodiversidade contribui para a sustentabilidade do ecossistema (MOREIRA et al., 2013).

As características fenotípicas das espécies bacterianas capazes de formar nódulos em leguminosas fornecem informações importantes para sua identificação e agrupamento. Esses estudos revelam a diversidade dos isolados e costumam estar relacionados com estudos utilizando DNA genômico (MARTINS, L. et al., 1997).

A inoculação com rizóbios em viveiros pode ser uma estratégia para produção de mudas de taxi-branco de maior qualidade em menos tempo. Segundo Faria et al. (1984), a seleção de estirpes de rizóbios para inoculação de espécies florestais permite a introdução de mudas já noduladas no plantio, favorecendo sua sobrevivência. Em estudo realizado no Amapá, Rios et al. (2015) não observaram efeito da inoculação com três estirpes de rizóbio (BR 8402, BR 5610 e BR 3617) em mudas de taxi-branco. Por outro lado, Gonçalves et al. (2009) relatam a existência de uma estirpe (BR 6009) que proporcionou maior incremento da matéria seca da parte aérea na espécie. Carpanezzi et al. (1983), apesar de não fornecerem nenhuma informação científica sobre o assunto, relatam que mudas de taxi-branco, em viveiro, apresentam nódulos nas raízes, devido à associação com bactérias do gênero *Rhizobium*.

Pelo exposto, pode se observar que são escassos os estudos sobre a colonização de rizóbios em taxi-branco, nada se sabendo sobre a diversidade destes microrganismos associados à espécie. Em Roraima, não há qualquer tipo de estudo sobre rizóbios em taxi-branco. Este fato mostra a necessidade de pesquisas nesta área, visando subsidiar a produção de mudas de qualidade em menor tempo. Sendo assim, este trabalho teve como objetivos avaliar a colonização, isolar e caracterizar fenotipicamente rizóbios presentes em mudas de taxi-branco cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento e tipos de substratos em Roraima.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Todas as análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Roraima, localizado em Boa Vista – RR, entre novembro de 2014 a setembro de 2015. Após seis meses do transplântio, conforme condições experimentais relatadas no capítulo anterior, as raízes de cada muda de taxi-branco foram lavadas cuidadosamente sobre uma peneira. Os nódulos foram destacados do sistema radicular e armazenados em frascos de vidro contendo sílica gel e algodão e mantidos em temperatura ambiente, para o posterior isolamento e caracterização das bactérias.

Para o isolamento das bactérias foi utilizado dois nódulos de cada muda sobrevivente, totalizando 304 nódulos avaliados. Inicialmente, foi realizada a reidratação dos nódulos, com imersão dos mesmos em água destilada estéril durante 16 horas. Posteriormente, foi realizada a desinfestação da superfície dos nódulos, onde os mesmos foram imersos em álcool etílico 96% por 30 segundos e, em seguida, em solução de hipoclorito de sódio 5% por 5 minutos. Seguido desse processo os nódulos passaram por seis lavagens com água destilada estéril.

Após a desinfestação, os nódulos foram individualmente macerados, com a utilização de uma pinça, sendo o líquido espalhado em placa de Petri de vidro estéril contendo meio de cultura YMA com vermelho congo 0,25% (Figura 5, Método 1). Em seguida, as placas foram embaladas com envoltura de película plástica transparente e acondicionadas em incubadora à 28 °C, sendo observadas, diariamente, quanto ao crescimento das bactérias. Após a observação de bactérias, estas foram repicadas em placas de Petri contendo meio de cultura YMA com azul de bromotimol 0,5% utilizando alça de platina para a realização de riscos, como apresentado no Método 2 da Figura 5. Esse processo foi repetido até a purificação das bactérias, isto é, até apresentar apenas um tipo de isolado. Os meios de cultura mencionados foram preparados conforme protocolo descrito por Hungria (1994).

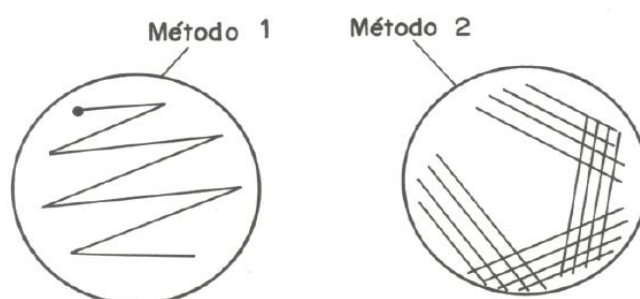


Figura 5. Métodos de riscagem em placa de meio sólido, recomendados para isolamento inicial (1) e para a obtenção de colônias isoladas (2).

Fonte: Hungria et al., 1994

Para caracterização fenotípica das bactérias isoladas foram considerados parâmetros morfológicos, os quais foram avaliados através da observação visual das colônias: tempo de crescimento (muito rápido, rápido, intermediário, lento ou muito lento), forma da colônia (circular, puntiforme ou irregular), borda (lisa, ondulada, dentada, filamentosa ou lobada), elevação (plana, lenticular ou convexa), superfície da colônia (lisa ou rugosa), produção de muco (escasso, pouco, moderado ou abundante), elasticidade (presença ou ausência), transparência do muco (transparente, translúcido ou opaco), coloração, aparência do muco (homogêneo ou heterogêneo), consistência (aquosa, viscosa, seca, butírica ou gomosa), pH do meio (avaliado através da mudança na coloração do meio de cultura), tamanho inicial e tamanho final da colônia (medidos através de régua graduada).

Para avaliação da medida inicial da colônia foi considerada a formação de no mínimo três colônias isoladas de cada bactéria. Se o tempo gasto para essa formação foi de um dia, o crescimento da colônia foi considerado muito rápido e a avaliação final (medição do tamanho final da colônia e caracterização fenotípica) foi realizada três dias após a formação das colônias isoladas; se demorou de dois a três dias, foi considerada de crescimento rápido e a avaliação final foi realizada cinco dias após a formação das colônias; se demorou de quatro a cinco dias, foi de crescimento intermediário e a avaliação final foi realizada oito dias após a formação das colônias; se foi de seis a nove dias, foi de crescimento lento e a avaliação final realizada depois de doze dias e se demorou dez dias ou mais foi considerada de crescimento muito lento, com avaliação final após quinze dias.

Para a avaliação do pH foi observado a mudança na coloração do meio de cultura (que possui indicador de pH). Se o meio permaneceu com a coloração verde inicial, indica que o pH é neutro; se a coloração observada foi amarela, o pH é ácido; e se o meio de cultura ficou com coloração azul, indica que o pH do meio é alcalino.

Após a caracterização fenotípica, as bactérias foram estocadas, sendo para isso, individualmente repicadas em tubo de ensaio com tampa contendo meio de cultura YMA com azul de bromotimol (0,5%) e colocadas em incubadora a 28 °C até o crescimento de colônias. Posteriormente, foi acrescentado óleo mineral estéril sobre a cultura e encaminhado ao estoque de bactérias do Laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Roraima.

Os dados obtidos da caracterização dos isolados foram transformados em código binário, sendo 0 para ausência e 1 para presença, sendo a similaridade calculada pelo coeficiente de Jaccard (S_j) ($S_j = a/a + b + c$). Nesta equação a significa a presença da característica em ambos os indivíduos, b a presença da característica em um indivíduo e ausência no outro e c a ausência da característica em um indivíduo e sua presença no outro. A matriz de similaridade

gerada foi utilizada para análise de agrupamento pelo método da Ligação Média Entre Grupos (UPGMA). O programa NTSYS-pc, versão 2.1, foi utilizado.

Também foi calculado o número de isolados (NI) em cada tratamento aos quais as plantas foram submetidas. Esses dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade de Cochran e normalidade de Shapiro Wilk e posteriormente realizado análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O programa Sisvar 5.3 foi utilizado nas análises estatísticas (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um total de 156 mudas de taxi-branco sobreviventes, quatro (2,56%) não formaram nódulos bacterianos. Das outras 152 mudas, foi produzido um total de 3.303 nódulos. De cada uma dessas mudas foram utilizados dois nódulos para o isolamento e caracterização fenotípica, totalizando 304 nódulos. Dos quais foram avaliados e obtidos 159 isolados bacterianos.

Como pode ser observado na Tabela 10, o sombreamento, o substrato e a interação entre estes dois fatores (SOM x SUB) não foram significativos ($P > 0,5$) para o número de isolados (NI).

Tabela 10. Resumo da análise de variância da variável número de isolados (NI), avaliada de nódulos de mudas de taxi-branco submetidas a dois níveis de sombreamento e quatro tipos de substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)). Boa Vista – RR, 2015

FV	GL	Quadrado Médio
		NI
Sombreamento (SOM)	1	0,3656 ^{ns}
Bloco	3	0,2803 ^{ns}
Erro 1	3	0,6973
Substrato (SUB)	3	0,2389 ^{ns}
SOM x SUB	3	0,0335 ^{ns}
Erro 2	18	0,2998
CV1 (%)		35,18
CV2 (%)		23,07
Média geral		2,38

^{ns} Não significativo ao nível de 5%, pelo teste F.

Conforme resultados apresentados no Capítulo 1, o NN foi superior no substrato contendo solo + areia (S2). Porém, esse resultado não teve relação com o NI obtidos nesse e nos demais tratamentos. Se todos os nódulos destacados dos quatro substratos tivessem sido utilizados para isolamento, ao invés de apenas dois nódulos por planta, o número de isolados poderia ser diferente dos apresentados no presente estudo.

Dos 159 isolados bacterianos caracterizados, 83,65% (133) apresentaram crescimento muito rápido, sendo os demais caracterizados como de crescimento rápido (Tabela 11). A maioria dos isolados acidificou o meio (76,73%), enquanto 16,35% permaneceram com pH neutro e 6,92% com pH alcalino. Esta relação entre tempo de crescimento e pH está de acordo com Martins et al. (1997), os quais relatam que rizóbios de crescimento rápido geralmente acidificam o meio.

Tabela 11. Caracterização fenotípica de 159 isolados obtidos de 304 nódulos bacterianos coletados de mudas taxi-branco, cultivadas em dois níveis de sombreamento e quatro tipotipos de substratos (solo (S1); solo + areia (proporção volumétrica de 1:1; S2); solo + areia + serragem (proporção volumétrica de 2:1:1; S3); e solo + vermiculita (proporção volumétrica de 1:1; S4)) e avaliadas aos seis meses após o transplante. Boa Vista – RR, 2015

Variáveis avaliadas	Característica	Número de isolados
Tempo de crescimento	Muito rápido	133
	Rápido	26
Forma da Colônia	Puntiforme	2
	Circular	137
	irregular	20
Elevação da Colônia	plana	94
	Lenticular	63
	convexa	2
Borda da Colônia	lisa	153
	ondulada	6
Superfície da Colônia	lisa	157
	rugosa	2
Produção de Muco	escassa	10
	pouco	36
	moderado	53
	abundante	60
Transparência do Muco	opaco	11
	transparente	104
	translúcido	44
Consistência do Muco	aquosa	114
	seca	7
	butírica	2
	gomosa	36
	branco	8
Cor	incolor	66
	bege	71
	amarelo	15
Aparência do Muco	homogêneo	30
	heterogêneo	129
Elasticidade	sim	62
	não	97
Diâmetro inicial	até 1 mm	114
	2 a 3 mm	35
	4 a 5 mm	9
	6 a 7 mm	1
Diâmetro final	até 1 mm	4
	2 a 3 mm	18
	4 a 5 mm	32
	6 a 7 mm	25
	8 mm ou mais	80
pH do meio	ácido	122
	neutro	26
	alcalino	11

Segundo análise de solo apresentada no Capítulo 1, pode se observar que o solo utilizado na composição dos substratos foi caracterizado como ácido (pH 5,5). Segundo Norris (1965), ao contrário do esperado, as estirpes produtoras de ácido em meio de cultura não são mais tolerantes a acidez do solo, mas seu crescimento rápido parece conferir certa vantagem competitiva na rizosfera, devido a maior competição com outras estirpes. Segundo Sprent (1994) e Barnett e Cat (1991), pode ser esperado um alto grau de rizóbios de crescimento rápido nodulando leguminosas tropicais nativas.

Considerando o tempo de crescimento e o pH do meio de cultura, pode se dizer que houve predominância de estirpes com perfis fenotípicos semelhantes às do gênero *Rhizobium*, *Sinorhizobium* ou *Mesorhizobium*, uma vez que houve maior número de isolados com crescimento rápido e acidificação do meio. Bactérias com estas características também foram encontradas por Pagano (2008), ao isolar rizóbios de *Centrolobium tomentosum*. Segundo este autor, a ocorrência de rizóbios de crescimento rápido se relacionou a locais florestados com distúrbios ambientais, como aumento da temperatura, radiação e maior decomposição de matéria orgânica do solo, enquanto que, os de crescimento lento dominaram locais mais preservados. Stamford et al. (1996) demonstraram predominância de 90% de rizóbios de crescimento rápido em áreas semi-áridas, enquanto que em áreas de mata, os rizóbios de crescimento lento prevaleciam em 100%.

Na maioria dos isolados, as colônias apresentaram forma circular (86,16%), borda e superfície lisa (96,23% e 98,74%, respectivamente), diâmetro inicial de até 1,9 mm (71,70%) e diâmetro final de 8 mm ou mais (50,31%). Em relação ao muco, 37,74% apresentou produção abundante e 33,33% produção moderada. 71,70% dos isolados apresentaram muco com consistência aquosa, 65,41% transparente, de aparência heterogênea (81,13%), sem elasticidade (61,01%) e de coloração bege (44,65) ou incolor (41,51%).

Pelo dendograma formado com base nas características fenotípicas dos isolados, pode se constatar a formação de 37 grupos (Apêndice, Figura 6), ao se considerar um nível de similaridade de 70%. Este grande número de grupos formados evidencia a elevada diversidade fenotípica dos isolados.

Foi observado número variável de isolados dentro de cada grupo. O maior grupo observado foi o 24, o qual apresentou 49 isolados, dos quais 12 foram oriundos do substrato S1, 18 do substrato S2, 10 do S3 e 9 do S4, respectivamente. Este grupo se destacou dos demais por apresentar maior distribuição entre os tipos de substratos e maior heterogeneidade. Em relação ao nível de sombreamento, os isolados se dividiram dentre os dois níveis. Os isolados do grupo compartilham características de crescimento muito rápido, pH do meio ácido, forma da colônia circular a irregular, elevação da colônia plana a lenticular, borda lisa, superfície lisa

a rugosa, produção de muco moderado a abundante, muco transparente, com consistência aquosa e aparência heterogênea.

O segundo maior grupo formado foi o 28 com 14 isolados, sendo que, destes, três foram do tratamento S1, 2 do S2, 5 do S3 e 4 do S4. Em relação ao nível de sombreamento, houve predominância de isolados do nível de 75% (aproximadamente 71%). Os menores grupos foram G4, G6, G11, G21, G22, G25, G32, G34, G35 e G37, os quais apresentaram apenas 1 isolado cada um. Dentre esses, 6 grupos tiveram isolados do substrato S4.

O substrato S4 foi o que apresentou maior riqueza de espécies de rizóbios, uma vez que os isolados obtidos deste substrato se distribuíram em 23 grupos, ou seja, em 62% dos grupos formados. Por outro lado, a menor diversidade foi observada no S2, com isolados distribuídos em 13 grupos.

Medeiros et al. (2009) afirmaram que é de grande importância a riqueza de rizóbios nativos para determinada espécie, uma vez que pode ser selecionado estirpes adaptadas às diversas condições ambientais. Os resultados apresentados no presente estudo indicam a grande riqueza de diversidade fenotípica de rizóbios associados ao taxi-branco, quando comparado ao observado por Baraúna et al (2014), em estudo sobre diversidade e eficiência simbiótica de rizóbios no estado de Roraima, com a espécie pau-rainha (*Centrolobium paraense*). Obteve a partir de 334 nódulos avaliados, 178 isolados distribuídos em 9 grupos, ao se considerar similaridade de aproximadamente 50%. No entanto, deve-se levar em conta que os resultados obtidos da caracterização fenotípica dos rizóbios isolados no presente estudo não são conclusivos, devendo-se utilizar, também, métodos moleculares.

Os resultados obtidos no presente são iniciais com o isolamento de rizóbios em simbiose com taxi-branco. Futuros estudos serão importantes para selecionar e identificar os rizóbios mais eficientes para a produção de mudas de taxi-branco. A produção de mudas inoculadas com rizóbios eficientes para esta leguminosa, será de extrema importância para a sua utilização na recuperação de áreas degradadas e em programas de reflorestamentos, podendo, também, ser utilizada em agroecossistemas, como os sistemas agroflorestais.

4 CONCLUSÕES

1. O número de isolados não é influenciado pelos tratamentos de sombreamento e substrato;
2. A maioria dos isolados apresentam crescimento muito rápido e pH ácido em meio de cultura;
3. Verifica-se diversidade fenotípica de rizóbios isolados nos diferentes substratos e luminosidade utilizado na produção de mudas de taxi-branco.

CONCLUSÕES FINAIS

1. As mudas de taxi-branco avaliadas por seis meses, apresentam baixa porcentagem de mortalidade, não havendo diferenças entre os tratamentos de sombreamento e substrato;
2. O sombreamento de 50% é o indicado na produção de mudas dessa espécie, nas condições climáticas locais;
3. O substrato indicado é o composto solo + areia por obter melhores resultados para a maioria das variáveis analisadas, incluindo o IQD, e por ter menores problemas de compactação;
4. O taxi-branco demonstra ter capacidade de realização associativa com grande diversidade de rizóbios nos diferentes tipos de substratos avaliados na produção de mudas;
5. O número de isolados não é influenciado pelos tipos de sombreamento e substrato avaliados;
6. A maioria dos isolados obtidos apresentam tempo de crescimento muito rápido e pH ácido do meio de cultura;

Os resultados obtidos no presente estudo são importantes para produção de mudas de qualidade de taxi-branco, uma importante leguminosa que pode ser utilizada na recuperação de áreas degradadas e em programas de reflorestamentos, podendo, também, ser utilizada em agroecossistemas, como os sistemas agroflorestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. **Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento.** Santa Maria: Ciência Rural, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.

AMORIM, A. M. T.; LEMOS, O. F.; SOUZA, C. B. L.; LEITE, D. R. R. **Influência da quebra de dormência na germinação *in vitro* de sementes de paricá.** In: 17º Seminário de Iniciação Científica e 1º Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental, 2013, Belém-PA, Resumos, Belém: 2013.

BARAÚNA, A. C. **Isolados de nódulos de pau-rainha (*Centrolobium paraense* Tul.).** 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

BOARDMAN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.28, p.355-377, 1977.

BOLFE, E. L.; PEREIRA, R. S.; MADRUGA, P. R. A.; FONSECA, E. L. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de **Acurácia.** Viçosa: Revista Árvore, v. 28, n. 1, p. 85-90, 2004.

BRÍGIDA, S. S. S.; JÚNIOR, S. R. X.; SOUZA, H. J. R.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. **Levantamento do gênero *Tachigali* Aubl. (leguminosae-caesalpinioideae) no herbário Ian da embrapa Amazônia Oriental.** In: 17º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E 1º SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2013, Belém, Resumos Expandidos. Belém: Embrapa 2013. 5 p.

BURÉS, S. **Sustratos.** Madrid: Ediciones Agrotécnicas S. L., 1997. 342 p.

CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, E. M. R.; FRANCO, A. A.; ZANON, M. L. B. **Efeito de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de duas leguminosas arbóreas.** Revista Ciência Florestal, Santa Maria, v.9, n.1, p. 63-70, 1999.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. **Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha.** Curitiba: Scientia Agraria, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CARNEIRO, J. G. A. **Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfofisiológicos que indicam a sua qualidade.** Curitiba: FUPEF, Série Técnica, n. 12, 1983.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.

CARPANEZZI, A. A.; MARQUES, L. C. T.; KANASHIRO, M. **Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-daterra-firme - *Sclerolobium paniculatum***. Circular técnica, 8. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1983. 10 p.

CARVALHO, P. E. R. **Resultados experimentais de espécies madeireiras nativas no estado do Paraná**. Embrapa. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/299364/1/ResultadosExperimentais0001.pdf>>. Acesso em: 3 mai 2015.

CARVALHO, P. E. R. **Taxi-branco**. Circular técnica, Colombo, 111, Embrapa, 2005.

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. **Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade**. Revista *Árvore*: v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.

CLEMENT, C. R. **Melhoramento de espécies nativas**. Fundação MT: Recursos genéticos e melhoramento – plantas, p. 423-441, 2001.

CONCEIÇÃO, A. C.; DIAS-FILHO, M. B. **Níveis de sombreamento para produção de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)**. Revista Inst. Flor., V.25, n.2, p. 151-161, 2013.

CONCEIÇÃO, A. C.; DIAS-FILHO, M. B.; PINHO, J. V. **Desenvolvimento inicial do taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel.) cultivado sob alagamento**. In: 64º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 2013, Belo Horizonte, Resumos, Belo Horizonte: 2013.

CONDÉ, T. M. **Avaliação dos impactos na vegetação após a exploração madeireira em floresta ombrófila densa de terra firme no município de Caracaraí - RR**. 2011. 244 f. Dissertação (mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, 2011.

DALE, J. E. **The control of leaf expansion**. Palo Alto: Annual Review of Plant Physiology, v. 39, p. 267-295, 1988.

DIAS, L. E.; BRIENZA, JUNIOR, S.; PEREIRA, C. A. Taxi branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel): uma leguminosa arbórea nativa da Amazônia com potencial para recuperação de áreas degradadas. In: KANASHIRO, M.; PARROTA, J. A. (eds). **Manejo e reabilitação de áreas degradadas e florestas secundárias na Amazônia**. Paris: UNESCO, p. 148-153, 1995.

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

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. **Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries**. Forest Chronicle, v. 36, p.10-13, 1960.

DUCKE, A. **As leguminosas da Amazônia Brasileira**. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte, Belém: IAN, 18, p.1-248, 1949.

DUTRA, T. R. **Crescimento e nutrição de mudas de copaíba em dois volumes de substratos e níveis de sombreamento**. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. **Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos**. Revista Ciência Agronômica, v.43, n.2, p. 321-329, 2012.

EDZNA. **Rhizobial taxonomy up-to-date**. Disponível em: <<http://edzna.ccg.unam.mx/rhizobial-taxonomy/node/4>>. Acesso em: 23 jan 2016.

ERFURT, T.; RUSCHE, H. **The marketing of tropical wood**. FAO, 1976. 32p.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, CASAROLI, D.; SIMON, J.; NETO, D. D.; LIER, Q. J. V.; SANTOS, O. S.; MÜLLER, L. **Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja-revisão**. Revista da FZVA, Uruguaiana, v.14, n.1, p. 89-106, 2007.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: Editora UFLA/FAEPE, ed. única, 2005. 186 p.

FARIA, S.M.; FRANCO, A.A.; MENANDRO, M.S.; JESUS, R.M. de; BAITELLO, J.B.; AGUIAR, O.T. DE; DOBEREINER, J. **Survey on nodulation of indigenous legume trees in Southeast Brazil**. Brasília: Peq. Agrop. Bras., v. 19, p. 143-153, 1984.

FARIA, S. M.; LEWIS, G. P.; SPRENT, J. I.; SUTHERLAND, J. M. **Occurrence of nodulation in the *Leguminosae***. New Phytologist, v. 3, p. 607-619, 1989.

FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUZA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. **Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. rubiginosum (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro.** São Paulo: Revista Brasileira Bota., v. 22, n. 2, p. 297-301, 1999.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, M. G. M., CÂNDIDO, J. F., CANO, M. A. O.; CONDÉ, A. R. **Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas.** Revista Árvore, v.1, p. 121-134, 1977.

FILHO, J. L. S. C.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. **Produção de Mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composição de substratos.** Cerne, v. 9, n.1, p. 109-118, 2003.

FONSECA, E.P.; VALERI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento.** Revista Árvore: v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação.** 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

FREITAS, G. A.; MELO, A. V.; PEREIRA, M. A. B.; ANDRADE, C. A. O.; LUCENA, G. N.; SILVA, R. R. **Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada.** Journal of Biotechnology and Biodiversity, v.3, n.3, p. 5-12, 2012.

GIRARDI, G. **Aquecimento e a nova geografia da produção agrícola no Brasil.** Revista Embrapa, 2ª edição, São Paulo: unicamp, 2008.

GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de NPK.** Viçosa, 2001. 166f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*.** Revista Árvore, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GOMES, J.M.; SILVA, A.R. da. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOS, J. G. et al. (Ed.) **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, p.190-225, 2004.

GONÇALVES, D. A.; JUNIOR, S. B.; JUNIOR, M. M.; GALEÃO, R. R.; TONINI, H.; FERREIRA, L. M. M.; LIMA, R. M. B.; SOUZA, C. R.; GUEDES, M. C.; SOUSA, V.; BALIEIRO, E. M. **Taxi branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel): uma espécie leguminosa nativa com uso potencial em florestas energéticas**. Embrapa, 2009.

GONÇALVES, J. F. C.; SILVA, C. E. M.; JUSTINO, G. C.; NINA JUNIOR, A.R. **Efeito do ambiente de luz no crescimento de plantas jovens de mogno (*Swietenia macrophylla* King)**. Scientia Forestalis, v. 40, p. 337-344, 2012.

GONÇALVES, F. G.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, A. G.; LEMES, E. Q.; ROCHA, A. P.; RIBEIRO, M. P. A. **Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) morong (Fabaceae) em diferentes substratos**. Viçosa: Revista Árvore, v. 37, n. 6, 2013.

GONDIN, J. C.; SILVA, J. B.; ALVES, C. Z.; DUTRA, A. S.; JUNIOR, L. E. **Emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Caesalpinaceae) em diferentes substratos e sombreamento**. Revista Ciência Agronômica, v. 46, n. 2, p. 329-338, 2015.

GORDON, J. C. **Effect of shade on photosynthesis and dry weight distribution in yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britton) seedlings**. Ecology, v. 50, n. 5, p. 924-926, 1989.

HOMMA, A. K. O. **Biopirataria da Amazônia: como reduzir os riscos?**. Amazônia: Ci. & Desenv., v.1, n. 1, p. 47- 60, 2005.

HUNGRIA, M. Coleta de nódulos e isolamento de rizóbio. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: Embrapa, p. 45-59, 1994.

HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S.; ARAÚJO, F. F de.; JAMES, E. Segurança, equipamentos e técnicas básicas em um laboratório de microbiologia do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: Embrapa, p. 21-43, 1994.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. **Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil**. Field Crops Research, v.65, p.151-164, 2000.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and Cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: **Target Seedling Symposium, Meeting Of The Western Forest Nursery Associations**. General Technical Report Rm-200. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, p. 218-222, 1990.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro: Censo 2013, 2013.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro: Censo 2014, 2014.

JENRICH, H. **Vegetação arbórea e arbustiva nos altiplanos das chapadas do Piauí central: características, ocorrência e empregos**. Teresina: GTZ, 1989. 70 p.

JONES, R.H.; MCLEOD, K.W. **Responses to a range of light environments in Chinese Tallowtree and Carolina Ash seedlings**. Forest Science, v.36, p.851-62, 1990.

JÚNIOR, J. F. V.; JÚNIOR, W. P.; BENEDETTI, U. G.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MELLO, V. F. Classificação e caracterização dos solos sob savana. In: JÚNIOR, J. F. V.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Solos sob savannas de Roraima**. Boa Vista: Ioris, 2010. 219 p.

JUNIOR, A. F. C.; OLIVEIRA, L. A.; OLIVEIRA, A. N. **Caracterização fenotípica de rizóbio nativos isolados de solos da Amazônia e eficiência simbiótica em feijão caupi**. Maringá: Acta Scientiarum. Agronomy, v. 32, n. 1, p. 161-169, 2010.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, n. 16, p. 3-30, 2002.

LEMEÉ, A. **Végétaux utiles de la Guyane française**. In: Flore de la Guyane française, Paris, P. Lechevalier, 1956. 53 p.

LENHARD, N. R.; NETO, V. B. P.; SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. **Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento**. Goiânia: Pesq. Agropec. Trop., v. 43, n. 2, p 178-186, 2013.

LIMA, J. L. **Seleção de actinomicetos para o controle biológico de Ralstoniasolanacearum e promoção de crescimento de mudas de tomateiro**. Goiânia, 2003. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Goiás, 2003.

LIMA, R. M. B. de. **Crescimento do Sclerolobium paniculatum Vogel na Amazônia, em função de fatores de clima e solo**. Curitiba, 2004. 194 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. edição. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 2, 2002. 384 p.

MARCON, J. L.; MENIN, M.; ARAÚJO, M. G. P.; HRBEK, T. **Biodiversidade Amazônica: caracterização, ecologia e conservação**. Manaus: Edua. 2012. 372p.

MARINHO, N. F.; CAPRONI, A. L.; FRANCO, A. A. ; BERBARA, R. L. L. **Respostas de *Acacia mangium* Willd e *Sclerobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia**. São Paulo: Acta Botanica Brasil., v. 18, n. 1, p. 141-149, 2004.

MARTINAZZO, E. G.; ANESE, S.; WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, H. **Efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga) – família Myrtaceae**. Porto Alegre: Revista Brasileira de Biociências, v. 5, supl. 2, p. 162-164, 2007.

MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G. **Características relativas ao crescimento em meio de cultura e a morfologia de colônias de “rizóbio”**. Embrapa, Comunicado Técnico, n. 19, p. 1-14, 1997.

MAUÉS, M. M. **Estratégias reprodutivas de espécies arbóreas e a sua importância para o manejo e conservação florestal: Floresta Nacional do Tapajós (Belterra-PA)**. Tese (Doutorado em Ecologia)-Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MEDEIROS, E. V. de.; MARTINS, C. M.; LIMA, J. A. M.; FERNANDES, Y. T. D.; OLIVEIRA, V. R. de.; BORGES, W. L. **Diversidade morfológica de rizóbios isolados de caupi cultivado em solos do Estado do Rio Grande do Norte**. Maringá: Acta Scientiarum Agronomy, v. 31, n. 3, p. 529-535, 2009.

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; BROOKS, T. M.; PILGRIM, J. D.; KONSTANT, G. A.; FONSECA, G. A. B. **Wilderness and Biodiversity Conservation**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, V. 100, n. 18, p. 10309-10313, 2003.

MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R. B.; STÜRMER, S. L. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. **O ecossistema solo**. Lavras: Editora UFLA, p. 13-30, 2013.

MOREIRA, F. M. S.; LIMA, A. S.; JESUS, E. C.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; FLORENTINO, L. A. Bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico que nodulam leguminosas. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. **O ecossistema solo**. Lavras: Editora UFLA, p. 325-340, 2013.

MOREIRA, F. M. S.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F.; SILVA, K. Bactérias associativas fixadoras de nitrogênio atmosférico. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. **O ecossistema solo**. Lavras: Editora UFLA, p. 341-350, 2013.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

MOREIRA, W. S.; BEZERRA, R. G.; MOREIRA, I. P. S.; SUMITAMI, V. **Estudo do potencial da madeira e do carvão de algumas espécies do Cerrado**. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6, 2000, Porto Seguro. Resumos técnicos. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000.

MORGADO, I.F.; CARNEIRO, J.G.A.; LELES, P.S.S.; BARROSO, D.G. **Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill exMaiden utilizando resíduos prensados como substrato**. Revista Árvore, v.24, n.1, p.27-35, 2000.

MUROYA, K.; VARELA, V.P.; CAMPOS, M.A.A. **Análise de crescimento de mudas de jacaréuba (*Calophyllum angulare* A. C. Smith — Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro**. Acta Amazônica, v. 27, n. 3, p.197- 212, 1997.

NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. **Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. Em diferentes regimes de luz**. São Paulo: Revista brasil. Bot., v. 24, n. 2, p. 173-179, 2001.

NETO, S. P. M.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; GONÇALVES, J. C. **Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade**. Revista Árvore, v. 24, n. 1, p. 35-45, 2000.

NÓBREGA, R. S. A.; PAULA, A. M.; BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. A.; MOREIRA, F. M. S. **Parâmetros morfológicos de mudas de *Sesbania virgata* (Caz.) Pers e de *Anadenanthera peregrina* (L.) cultivadas em substrato fertilizado com composto de lixo urbano**. Viçosa: Revista Árvore, v. 32, n. 3, p. 597-607, 2008.

NORRIS, D. O. **Acid production by *Rhizobium* a unifying concept**. Plant and Soil, The Hague, v. 2, p. 143-166, 1965.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; RAMOS, M. B. P.; NOBRE, A. D.; COUTO, L. B.; SAHDO, R.M. **Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na amazônia central, Amazonas, Brasil**. Manaus: 2008.

OLIVEIRA, E. de C.; PEREIRA, T. S. **Morfologia dos frutos alados em Leguminosae-Caesalpinioideae – Martiodendron Gleason, Peltophorum (Vogel) Walpers, Sclerolobium Vogel, Tachigalia Aublet e Schizolobium Vogel.** Rodriguésia, Rio de Janeiro, v. 36, n. 60, p. 35-42, 1984.

OLIVEIRA, I. R. M.; VALE, A. T.; MELO, J. T.; COSTA, A. F.; GONÇALEZ, J. C. **Biomassa e características da madeira de Sclerolobium paniculatum cultivado em diferentes níveis de adubação.** Cerne, v.14, n.4, p. 351-357, 2008.

OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, C. A. M de.; SILVA, S. A.; FILHO, S. M. **Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo.** Lavras: Ciênc. Agrotec., v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, R. L.; ALVARENGA, I. C. A. **Crescimento inicial de Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e Chorisia speciosa A.St.-Hil (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento.** Viçosa: Revista Árvore, v. 37, n. 5, p. 945-953, 2013.

PAGANO, M. C. **Rhizobia associated with neotropical tree Centrolobium tomentosum used in riparian restoration.** Minas Gerais: Plant Soil Environ., v. 54, p. 498-508, 2008.

PAULA, J. E. de. **Madeiras que produzem álcool, coque e carvão.** CNP - Atualidades, Brasília, n. 72, 1980.

PEREIRA, A. R. **Estimativa da área foliar em milho.** Bragantia, Piracicaba, v. 46, n. 1, p.147- 150, 1987.

PEREIRA, M. R. N. **Fenologia e produção de sementes de andiroba (Carapa guianensis Aubl.) e suas implicações para o manejo.** 2010. 82 f. Dissertação (mestrado em Agronomia)- Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, 2010.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. **Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa.** Bol. Pesq. Fl., Colombo, n. 53, p. 179-194, 2006.

RÊGO, J. F. **Amazônia: do extrativismo ao neoextrativismo.** Universidade Federal do Acre. Disponível em: http://www.adur-rj.org.br/5com/pop-up/extrativismo_neoextrativismo.pdf. Acesso em: 10 mai 2015.

RIBEIRO, J. E. L.S.; HOPKIN S, M. J. G.; VICENTI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da**

Reserva Ducke, guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA, 1999, 780p.

RIOS, R. M.; FERREIRA, N. S.; RODRIGUES, D. M. S.; BORGES, W. L. **Resposta das leguminosas arbóreas tachi e ingá a inoculação com estirpes de rizóbio.** In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal, Resumos, 2015.

SANTANA, A. C. **Análise da competitividade sistêmica da indústria de madeira no estado do Pará.** Revista de Economia e Agronegócio, v. 1, n. 2, 2003

SANTOS, C.B.; LONGHI, S.J.; HOPPE, J.M.; MOSCOVICH, F.A. **Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. DON.** Ciência Florestal, v.10, n.2, 2000.

SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. **Germinação e crescimento de mudas de pitangueira sob condições de sombreamento.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 23, n. 3, p. 652-655, 2001.

SCALON, S. P. Q. et al. **Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condições de sombreamento.** Revista Árvore, v. 27, n. 06, p. 753-758, 2003.

SEABRA, H.; IMAÑA-ENCINAS, J.; FELFILI, M. J. **Análise estrutural da mata ciliar do córrego Capetinga, habitat de *Callithrix penicillata* L.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26, n. 1, p. 11-17, 1991.

SIEBENEICHLER, S. C.; FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; ADORIAN, G. C.; CAPELLARI, D. **Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. em condições de luminosidade.** Acta Amazônica, v.38, n.3, p.467-472, 2008.

SILVA, A. C.; CRUZ, E. D.; SOUZA, G. T.; ALBUQUERQUE, G. D. P. **Germinação de sementes de matrizes de taxi-branco *Sclerolobium paniculatum* Vogel.** In: 14º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2010, Belém, Resumos Expandidos. Belém: Embrapa, 2010. 4 p.

SILVA, G. T. A.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C.; DIAS, P. F.; FRANCO, A. A. **O papel de fixação biológica de nitrogênio na sustentabilidade de sistemas agroflorestais.** Seropédica, Embrapa Agrobiologia, documento 231, 2007. 36p.

SILVA, B. M. S. et al. **Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber.** Revista Árvore, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, K.; MEYER, S. E.; ROUWS, L. F. M.; FARIAS, E. N. C.; SANTOS, M. A. O.; O'HARA, G. **Bradyrhizobium ingae** sp. nov., isolated from effective nodules of *Inga laurina* grown in Cerrado soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 64, 2014.

SILVA, K. E.; SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B. **Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central**. *Scientia Forestalis*, v. 43, n. 105, p. 193-201, 2015.

SOUCHIE, F. F.; JUNIOR, B. H. M.; PETTER, F. A.; MADARI, B. E.; MARIMON, B. S.; LENZA, E. **Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris*** L. G. Silva & H. C. Lima. *Ciência Florestal*, v. 21, n. 4, 2011.

SOUSA, R. F. **Frações da matéria orgânica e atributos biológicos do solo em veredas conservadas e antropizadas no bioma cerrado**. Goiânia, 2013. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Goiás, 2013.

SOUZA, C. R.; LIMA, R. M. B.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B. **Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia**. *Scientia Forestalis*, v. 36, n. 77, p. 7-14, 2008.

SOUZA, L. A. G. **Levantamento da habilidade nodulífera e fixação simbiótica de N₂ nas fabaceae da região amazônica**. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia*, v.6, n.10, 2010.

SOUZA, L. A.; LIMA, R. M. B. **Avaliação da adaptabilidade e produtividade de plantios de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*) na região de Manaus e Iranduba, Amazonas**. In: MORAIS, R. R.; BOJINK, C. L.; SILVA, K. E.; QUISEN, R. C. Documentos 100. IX JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. Anais da IX Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, 2012. 12 p.

SPRENT, J.I. Nitrogen acquisition systems in the Leguminosae. In: SPRENT, J.I. & McKEY, D.M., eds. **Advances in legum systematics: the nitrogen factor**. Parte 5. Kew, Royal Botanic Gardens, p. 1-16, 1994.

STAMFORD, N. P.; SANTOS; C. E. R. S.; MEDEIROS, R.; FIGUEIREDO, M. V. B. **Efeito de diferentes relações potássio magnésio no Jacatupé com inoculação com rizóbio**. Viçosa: *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 20, n. 1, p. 49-54, 1996.

TAÍZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E.R. et al., 3º ed., Porto Alegre: Artemed, 2004. 719 p.

TOMASELLI, I.; MARQUES, L. C. T.; CARPANEZZI, A. A.; PEREIRA, J. C. D. **Caracterização da madeira de taxibranco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel), para energia.** Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, n. 6/7, p. 33-44, 1983.

VALE, A. T. do; COSTA, A. F. da; GONÇALEZ, J. C.; NOGUEIRA, M. **Relações entre a densidade básica da madeira, o rendimento e a qualidade do carvão vegetal de espécies do Cerrado.** Revista Árvore, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 89-95, 2001.

VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. **Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia.** Estudos Avançados, v. 54, p. 153- 164, 2005.

VIEIRA, E. V.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. dos S. **Manual de fisiologia vegetal.** São Luis: EDUFMA, 2010. 230 p.

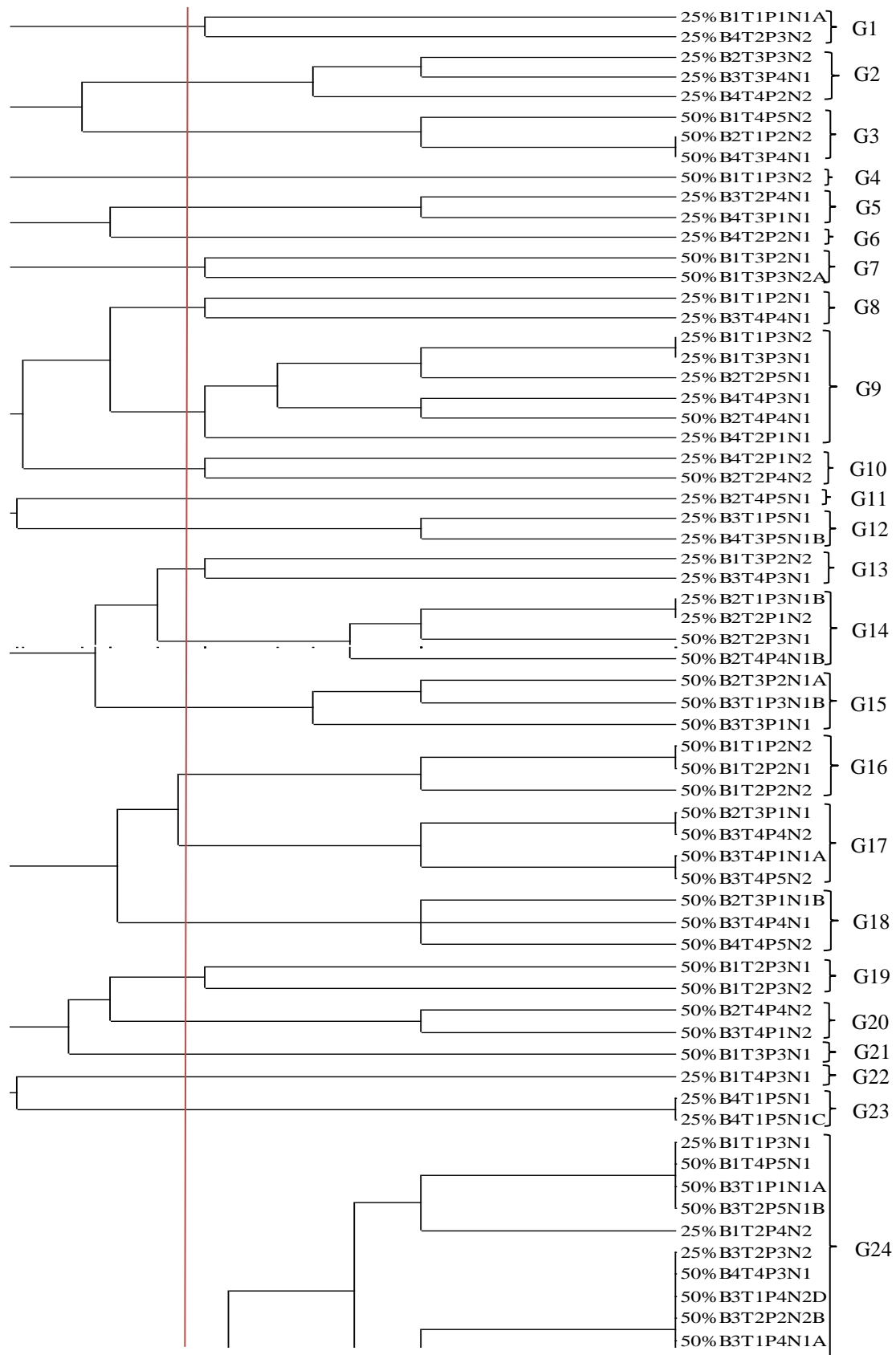
ZILLI, J. E.; BARAÚNA, A. C.; SILVA, K.; MEYER, S. E.; FARIAS, E. N. C.; KAMINSKI, P. E.; COSTA, I. B.; ARDLEY, J. K.; WILLEMS, A.; CAMACHO, N. N.; DOURADO, F. S.; O'HARA, G. **Bradyrhizobium neotropicae sp. nov., isolated from effective nodules of *Centrolobium baraense*.** International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, v. 64, 2014.

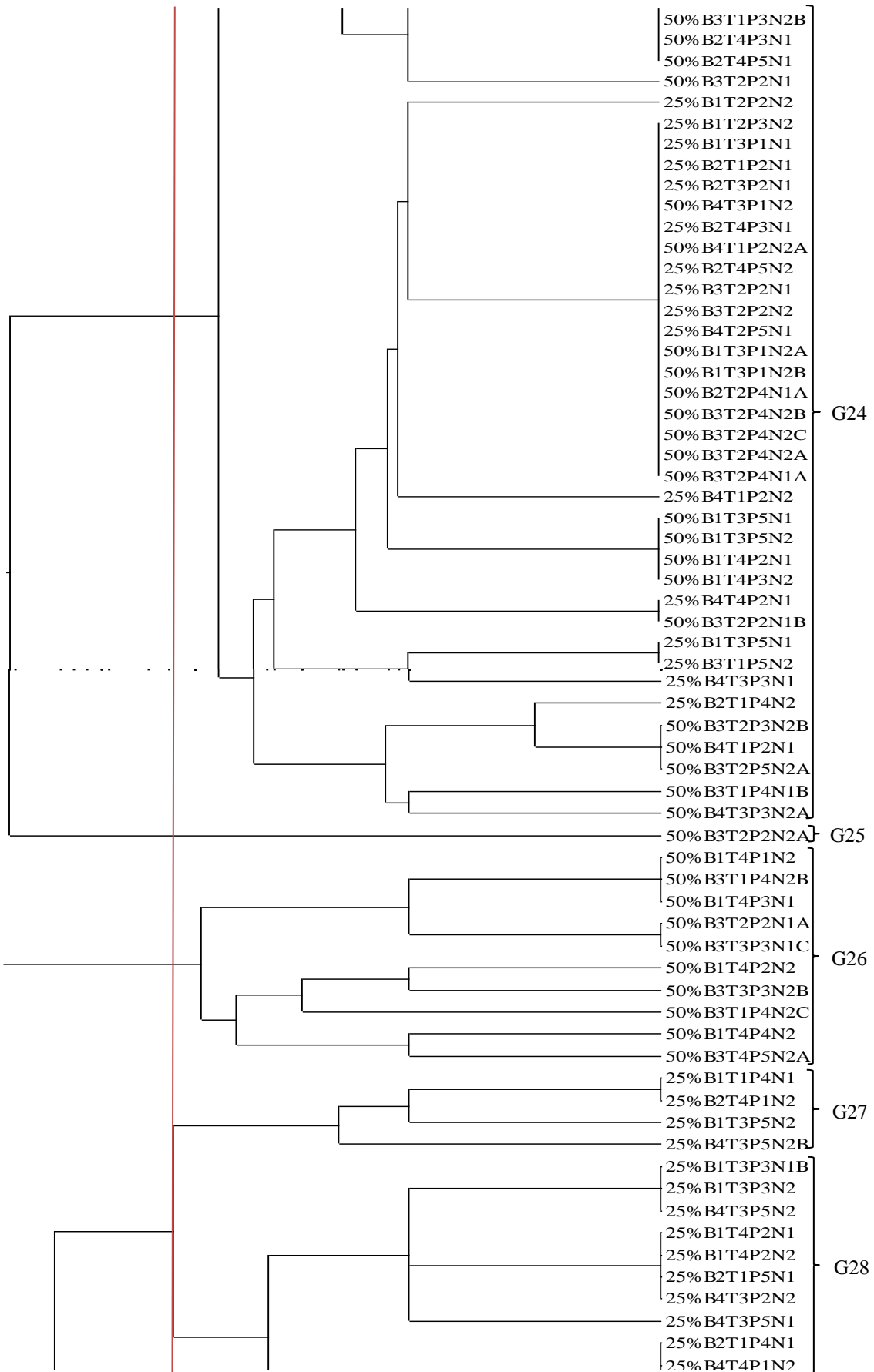
ZÔMPERO, A. De F.; CORTEZ, M. M.; GARCIA, J. L. F.; ROHLOFF, D. B.; FEIJÓ, C. C. **C. Gestão Ambiental: Fundamentos Lógicos, Críticos e Analíticos.** Londrina: Unopar, 2008.

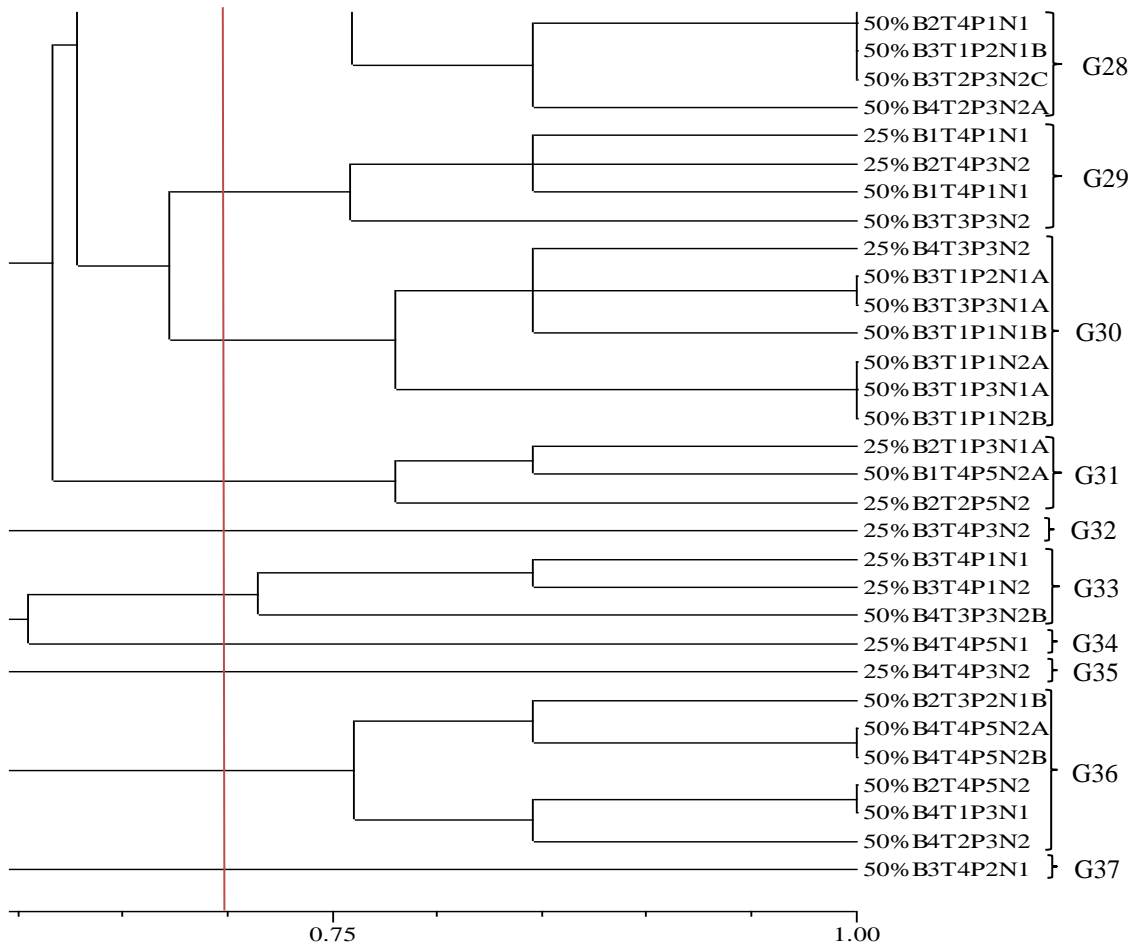
APÊNDICE

Apêndice A – Dendrograma de Similaridade Fenotípica

Figura 6. Dendrograma de similaridade dos isolados oriundos de mudas de taxi-branco







Porcentagem de 25% e 50% representam o sombreamento de 75% e 50% respectivamente, a letra B representa o bloco, o T o tipo de substrato, P o número da planta e N o nódulo