



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MARCELLE AUDAY COSTA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E MUDAS DE *Parkia multijuga* Benth
(Fabaceae)**

BELÉM

2015

MARCELLE AUDAY COSTA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E MUDAS DE *Parkia multijuga* Benth
(Fabaceae)**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, como parte dos requisitos do curso de Doutorado em Ciências Agrárias, para obtenção do título de Doutora.

Área de concentração: Agroecossistemas da Amazônia.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Alves Pinheiro.

BELÉM

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Costa, Marcelle Auday

Qualidade fisiológica de sementes e mudas de *Parkia multijuga Benth* (Fabaceae) / Marcelle Auday
Costa. – Belém, 2015.

62 f.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Campus universitário de
Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2015.

Orientador: Dr. Hugo Alves Pinheiro.

1. Fabaceae - qualidade das sementes. 2. Fabaceae - Programas de reflorestamento. 3. Fabaceae -
espécies florestais . I. Pinheiro, Hugo Alves, *orient.* II. Título.

CDD - 615.32374

MARCELLE AUDAY COSTA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E MUDAS DE *Parkia multijuga* Benth
(Fabaceae)**

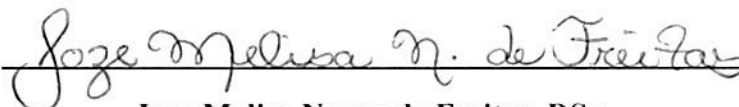
Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do
Curso de Doutorado em Ciências Agrárias.

Aprovada em agosto de 2015

BANCA EXAMINADORA



**Hugo Alves Pinheiro, DSc – Orientador
Universidade Federal Rural da Amazônia**



**Joze Melisa Nunes de Freitas, DSc.
Universidade Federal Rural da Amazônia**



**Dênora Gomes de Araújo, DSc
Universidade Federal Rural da Amazônia**



**Cândido Ferreira de Oliveira Neto, DSc
Universidade Federal Rural da Amazônia**



**Jessivaldo Rodrigues Galvão
Universidade Federal Rural da Amazônia**

À **Deus**, o qual, pelas suas mãos sábias, dirige a minha vida, me instrui, me ensina a forma como devo andar, me aconselha e cuida de mim. Aos meus pais **Suely Auday Costa** e **Haroldo Sérgio Dias Costa**, pela vida, base familiar, amor incondicional, fé e apoio em todos os momentos da minha vida. Às minhas irmãs **Andrezza Auday Costa** e **Vanessa Mendes Auday**, pelo amor, apoio, carinho, companheirismo, parceria e força em todos os momentos. Ao meu amado e querido filho **Vinicius Costa de Souza**, por você existir. Você é a minha força, a minha determinação, a luz da minha vida. Aos meus amados sobrinhos Pedro Arthur, Paulo Victor, Rachel, Wesithon e Maria clara.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e Embrapa Amazônia Oriental pelo apoio e incentivo para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Hugo Alves Pinheiro pela parceria e orientação novamente desde o mestrado.

A Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Dr^a. Noemi Vianna Martins Leão e a Analista da Embrapa Elizabeth dos Santos Cordeiro Shimizu, pelo apoio estrutural e pessoal para a realização deste trabalho. Agradeço pela parceria, companheirismo e amizade.

A família da UFRA, Demóstenes Filho (Doquinha), João Maria, João Batista, Luiz Almeida, Geraldo, Nelson Oliveira, Shirle Cecília Monteiro. Obrigada a todos pelo apoio nos trabalhos desenvolvidos e pela amizade.

Ao Sr. Carlos Souza (Roxo), pelas palavras de carinho, pela amizade, pelo afeto e por estar sempre disponível para me auxiliar.

Aos amigos Jessivaldo Galvão e Walter Velasco, pelo apoio incondicional sempre. Serei eternamente grata por tudo o que vocês fizeram e fazem por mim. Obrigada sempre!

Ao Professor Francisco de Assis, por suas colaborações e sugestões para que eu pudesse concluir este trabalho.

Aos amigos irmãos da minha vida: Deyse Souza, Cristiane Almeida, Patrícia Neves, Mirna Almeida, Fabrícia Cabral, Maria Fernanda Costa, Antônio Lopes do Bonfim Neto, Regiane Boais, Eduardo Souza, Thiago Sousa, Sávvia Poliana, Pedrinho Cavallero.

Ao casal de amigos Maurício e Elizabeth Shimizu, obrigada pela parceria, dedicação, apoio físico e intelectual para a realização deste trabalho.

Aos estagiários queridos da UFRA, Vanessa Cosme, Kátia Rodrigues, Abel Bastos e principalmente ao meu parceiro de trabalho muito dedicado, Yago Felipe de Abreu (Embrapa). Vocês são maravilhosos!

A família do Laboratório de Sementes Florestais da Embrapa Amazônia Oriental, por me receber no laboratório para a execução deste trabalho.

As minhas primas Maira e Larissa Auday pela ajuda e apoio em um dia inteiro de trabalho de campo.

Ao meu tio Paulo Auday e a minha prima Rafaela Auday, pelas palavras de carinho, orações e apoio nos momentos difíceis.

“Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês”, diz o Senhor, “planos de fazê-los prosperar e não de lhes causar dano, planos de dar-lhes esperança em um futuro”.

(JEREMIAS 29:11)

RESUMO

A fava arara tucupí (*Parkia multijuga* Benth) é uma espécie florestal, pertencente à família Fabaceae, característica da região amazônica, por ser pouco conhecida, apresenta baixos índices de reflorestamento, em função da falta de conhecimentos relacionados ao seu sistema de produção, ou principalmente a fatores como tipos de sombreamento e substratos. O seu estudo é importante para a implantação de programas de reflorestamento visando à perpetuação da espécie. O desenvolvimento de métodos para a avaliação rápida da qualidade fisiológica das sementes pode auxiliar na tomada de decisão quanto ao uso ou descarte de lotes destinados à conservação e ou produção de mudas, principalmente para espécies cujo período para germinação é demasiadamente longo. O trabalho tem por objetivo obter informações sobre a qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas, que são importantes para a recuperação de áreas degradadas, em virtude principalmente da renovação da vegetação. O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes Florestais da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. A avaliação da qualidade das sementes foi determinada por testes germinação e viabilidade. A avaliação da qualidade das mudas foi determinada em testes em viveiro. Este estudo mostrou que a solução de tetrazólio permitiu avaliar a qualidade de lotes de sementes de *P. multijuga*. Já para as mudas em campo, foi observado que a emergência de plântulas de *P. multijuga* não foi influenciada pelos níveis de sombreamento e substratos. Com base no crescimento em diâmetro e na produção de matéria seca, concluiu-se que a formação de mudas de *P. multijuga*, requer um sombreamento de 30% ou 50%, utilizando o substrato esterco de frango, sendo uma alternativa viável para a produção de mudas desta espécie.

Palavras-chave: Sementes. Qualidade de mudas. *Parkia multijuga*.

ABSTRACT

The fava arara tucupi (*Parkia multijuga* Benth) is a forest species, belonging to the Fabaceae family, characteristic of the Amazon region, is little known, has low reforestation rates, due to the lack of related production system knowledge, the shading and substrates. Their study is important for the implementation of reforestation programs for the perpetuation of the species. The development of methods for rapid evaluation of physiological seed quality can aid in decision making regarding the use or disposal of lots for the conservation and or seedling production, mainly for species whose germination period is too long. The study aims to obtain information on the quality of seeds and seedlings of native tree species that are important for the recovery of degraded areas, mainly due to the renewal of vegetation. The experiment was conducted at the Forest Seed Laboratory of Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. The evaluation of the quality of the seeds was determined by germination tests and viability. The evaluation of the quality of the seedlings was determined in tests in the nursery. This study showed that the tetrazolium solution possible to evaluate the quality of batches of *P. multijuga* seeds. As for the plants in the field, it was observed that the emergence of seedlings *P. multijuga* was not affected by shading levels and substrates. Based on the growth in diameter and dry matter production, it is concluded that the formation of *P. multijuga* seedlings, requires shading 30% or 50% using the chicken manure substrate being a viable alternative for the production of seedlings this species.

Keywords: Seeds. Seedlings quality. *Parkia multijuga*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

Figura 1a - Teste de Emergência (%E) em sementes de <i>P. multijuga</i>	22
Figura 1b - Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em sementes de <i>P. multijuga</i>	22
Figura 2 - Etapas do tratamento de sementes de <i>P. multijuga</i> para facilitar a penetração do sal de tetrazólio. (a) Semente sem tratamento com tegumento rígido; (b) Semente sem tegumento, após 48 h de embebição em água destilada; (c) Semente seccionada longitudinalmente, exposição do embrião; (d) semente colorida com o sal de tetrazólio, semente viável.....	25
Figura 3 - Classes para a determinação da viabilidade de sementes de <i>P. multijuga</i> pelo teste de tetrazólio.....	26
Figura 4.1 - Classes de viabilidade obtidas no teste de tetrazólio em sementes de <i>P. multijuga</i> , para concentração 0,05% e tempos (6,18 e 24 horas).....	27
Figura 4.2 - Classes de viabilidade obtidas no teste de tetrazólio em sementes de <i>P. multijuga</i> , para concentração 0,1% e tempos (6, 18 e 24 horas).....	27
Figura 4.3 - Classes de viabilidade obtidas no teste de tetrazólio em sementes de <i>P. multijuga</i> , para concentração 0,3% e tempos (6, 18 e 24 horas).....	28
Figura 5 - O teste de Correlação de Pearson entre as variáveis E% e G% mostra que existe ao nível de significância $\alpha = 0,05$, p-valor = 0,0488 uma correlação positiva fraca $r = 0,4457$	30

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Porcentagem de emergência (%E) de plântulas de <i>P. multijuga</i> em função da procedência, substratos e sombreamento. MB: Moju, esterco bovino; MF: Moju, esterco de frango; TB: Tucuruí, esterco bovino; TF: Tucuruí, esterco de frango. N. S; 0%: Pleno Sol.....	44
Figura 2 - Médias de altura (cm) das plântulas de dois lotes de <i>P. multijuga</i> , o efeito isolado em níveis de sombreamento e no período de 15 e 60 dias.....	50
Figura 3 - Médias de diâmetro do colo (mm) das plântulas de dois lotes de <i>P. multijuga</i> (3a) e avaliação do diâmetro no período de 15 e 60 dias (3b). Letras maiúsculas comparam a diferença entre os diferentes municípios e o crescimento em diâmetro aos 15 e 60 dias.....	52
Figura 4 - Médias do número de folhas em função do tempo de Plântulas de <i>P. multijuga</i> aos 15 e 60 dias. Letras maiúsculas comparam a diferença entre o número de folhas aos 15 e 60 dias.....	53

Figura 5a - Número de folíolos em função dos níveis de sombreamento (5a). Letras maiúsculas comparam a diferença entre o número de folíolos em diferentes níveis de sombreamento e também aos períodos de 15 e 60 dias.....	53
Figura 5b - Período das avaliações (5b). Letras maiúsculas comparam a diferença entre o número de folíolos em diferentes níveis de sombreamento e também aos períodos de 15 e 60 dias.....	54
Figura 6 - Taxa de crescimento em massa seca de raiz em duas procedências de <i>P. multijuga</i> cultivadas em diferentes níveis de sombreamento (Figura 6a) e substratos (Figura 6b). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	55
Figura 7 - Taxa de crescimento em massa seca de parte aérea e massa seca total em duas procedências de <i>P. multijuga</i> cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e substratos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	57
Figura 8 - Taxa de crescimento na relação raiz e parte aérea em duas procedências de <i>P. multijuga</i> , cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e substratos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	59
Figura 9 - Índice de quociente de Dickson (IQD) em diferentes níveis de sombreamento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	60

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

- Tabela 1** - Características físicas, teor de água (A) e características biométricas (B) de sementes de *P. multijuga*.....24
- Tabela 2** - Resultados do teste de tetrazólio e germinação em sementes de *P. multijuga*.....29

CAPÍTULO 2

- Tabela 1** - Características químicas dos substratos utilizados na produção de mudas de *P. multijuga*.....40
- Tabela 2** - Resumo da análise de variância da porcentagem de emergência (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE) em função da procedência, substrato e sombreamento.....45
- Tabela 3** - Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do substrato em função da procedência.....46
- Tabela 4** – Índice de velocidade de Emergência (IVE) dos diferentes níveis de sombreamento em função da procedência.....47
- Tabela 5** – Análise de variância para as características de qualidade de mudas de duas procedências de *P. multijuga*, cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e substrato aos 15 e 60 dias após a emergência das plântulas. H: altura da planta (cm); D: diâmetro do colo (mm); NF: número de folhas; Nfol: número de folíolos.....47
- Tabela 6** - Análise de variância para as características de qualidade de mudas de duas procedências de *P. multijuga*, cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e substrato aos 60 dias após a emergência das plântulas. MSR: massa seca de raízes (g); MSPA: massa seca da parte aérea; MST: massa seca total; H/D: relação altura da parte aérea/diâmetro do colo; RPAR: relação entre a massa seca da parte aérea e raízes; IQD: índice de quociente de Dickson.....49

SUMÁRIO

	RESUMO.....	6
	ABSTRACT.....	7
1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
	CAPÍTULO 1.....	16
3	PADRONIZAÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO EM SEMENTES DE <i>Parkia multijuga</i> Benth (Fabaceae)	16
	RESUMO	16
	ABSTRACT	17
3.1	Introdução.....	18
3.2	Material e Métodos.....	19
3.2.1	Caracterização Biofísica das Sementes	20
3.2.2	Teste de Germinação	20
3.2.3	Emergência de Plântulas	21
3.2.4	Teste de Tetrazólio	22
3.2.5	Análises Estatística.....	23
3.3	Resultados e Discussão.....	23
3.4	Conclusão	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
	CAPÍTULO 2	35
4	EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE <i>Parkia</i> <i>multijuga</i> Benth (Fabaceae) SOBRE DIFERENTES SUBSTRATOS E SOMBREAMENTO.....	35
	RESUMO	35
	ABSTRACT	36
4.1	Introdução.....	37
4.2	Material e Métodos.....	39
4.2.1	Local de Realização.....	39
4.2.2	Sementes.....	39
4.2.3	Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes.....	41
4.2.4	Emergência de Plântulas (EP)	41

4.2.5	Características de Crescimento e Qualidade das Mudas	41
4.2.6	Tratamento e Análise Estatística	42
4.3	Resultados e Discussão	43
4.3.1	Teor de Água	43
4.3.2	Emergência.....	43
4.3.3	Índice de Velocidade de Emergência (IVE).....	45
4.3.4	Crescimento e Qualidade de Mudas	47
4.3.4.1	Altura (H)	49
4.3.4.2	Diâmetro do Colo (D).....	51
4.3.4.3	Número de Folhas e Folíolos.....	52
4.3.4.4	Relação Altura e Diâmetro (H/D)	54
4.3.4.5	Massa Seca de Raízes (MSR).....	55
4.3.4.6	Massa seca de parte aérea (MSPA)	56
4.3.4.7	Massa Seca Total (MST).....	58
4.3.4.8	Relação Entre a Massa Seca de Parte Aérea e Raízes (RPAR).....	59
4.3.4.9	Índice de Quociente de Dickson (IQD)	60
4.4	Conclusão	61
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O reflorestamento em grandes áreas torna-se cada dia mais necessário, em consequência da baixa reposição, a crescente demanda por produtos e subprodutos, e da extinção de grandes populações de espécies florestais (PINTO; INOUE; NOGUEIRA, 2004; SANTOS *et al.*, 2014).

De forte vocação florestal, o Brasil possui grande potencial para ampliar as suas áreas de florestas plantadas e incrementar as atividades de manejo sustentável em florestas nativas, os quais trariam benefícios de ordem econômica e redução do desmatamento de florestas nativas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE, 2013). Equitativamente, a indústria de base florestal pode ser também um dos pilares da economia de baixo carbono (CNI, 2012). O Brasil tem despontado como a maior potência mundial no fornecimento de produtos florestais madeireiros (PFM) e não-madeireiros (PFNM) e de serviços ambientais, graças às funções ecossistêmicas de suas florestas (VALVERDE *et al.*, 2012; ARAÚJO *et al.*, 2017).

O gênero *Parkia*, subfamília Mimosoideae, é encontrado principalmente em floresta tropical úmida, onde existem aproximadamente 17 espécies que ocorrem em áreas de floresta de terra firme, várzea sazonal e floresta secundária (HOPKINS, 1986). Dessas espécies, *P. multijuga* Benth., *P. nítida* Miquel, *P. paraenses* Ducke, *P. ulei* (Harms) Kuhlm. E *P. platycephala* Benth. são conhecidas como fornecedoras de madeiras comerciais na Amazônia (IBDF, 1987).

As leguminosas lenhosas arbóreas são muito eficientes em recuperação de áreas degradadas, pois fixam nitrogênio da atmosfera e produzem grande quantidade de biomassa e consequentemente alta ciclagem de nutriente. O favão (*Parkia multijuga* Benth) faz parte da família das leguminosas e é comum sua ocorrência na região Amazônica, em floresta de terra firme e várzeas altas em solos argilosos. Sua floração ocorre geralmente durante os meses de agosto e outubro e a maturação dos frutos no período de novembro a dezembro (LORENZI, 2008; NUNES *et al.*, 2010). *Parkia multijuga* Benth. é conhecida popularmente também por benguê, arara-tucupí, tucupí, paricá (PA), faveira benguê, faveira-camuzé, faveira-pé-de-arara, juerana branca e visgueiro.

Muitas espécies arbóreas são potencialmente aptas para o cultivo racional, podendo servir para diversos fins, quer seja pelo valor ornamental, madeireiro, alimentício ou de preservação. Como o plantio dessas espécies exige conhecimentos nem sempre disponíveis, a

melhoria do sistema de produção de mudas é necessária devido ao aumento da procura para a produção comercial, e para a recuperação de áreas degradadas (NIETSCHE *et al.*, 2004). Em face disso, é de fundamental importância a definição de protocolos e estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor espaço de tempo e em condições acessíveis aos produtores (JESUS, 1997; STURION; ANTUNES, 2000).

Para a exploração racional das potencialidades das espécies nativas na recuperação de ambientes, é de suma importância o estudo da qualidade de sementes das espécies, bem como a melhor maneira de produção de mudas (PIVETA *et al.*, 2010).

O desenvolvimento de métodos para a avaliação rápida da qualidade fisiológica das sementes pode auxiliar na tomada de decisão quanto ao uso ou descarte de lotes destinados à conservação e ou produção de mudas, principalmente para espécies cujo período para germinação é demasiadamente longo (PIVETA *et al.*, 2010).

As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) estabelecem metodologias para análise das qualidades física, fisiológica, genética e sanitária de sementes de diversas espécies. As recomendações são limitadas às espécies de maior interesse agrícola e que, em geral, estão associadas à produção de sementes certificadas e fiscalizadas. Em segundo plano, ficam as espécies florestais nativas, especialmente as que, embora apresentem grande potencial de utilização, não são contempladas com trabalhos de pesquisa envolvendo a avaliação da qualidade (CHEROBINI, 2006).

O teste mais tradicionalmente utilizado para estimar a viabilidade das sementes é o teste de germinação. Contudo, são escassas ainda, as informações sobre os procedimentos de condução do teste para as espécies florestais nativas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992; MASETTO *et al.*, 2009)

Os testes de viabilidade podem ser diretos e indiretos, em que os diretos determinam a germinação, medindo a emergência e avaliação de plântulas, enquanto os indiretos estimam a capacidade germinativa da semente. O teste de tetrazólio, um teste indireto, é o que vem apresentando os melhores resultados, pois permite uma rápida estimativa da germinação e também o diagnóstico da situação da semente (PIÑA-RODRIGUES; SANTOS, 1988; FRANÇA NETO, 1999; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; OLIVEIRA; FAVERO, 2006).

O teste de tetrazólio é pouco usado para espécies arbóreas, embora seja promissor para rotinas de laboratório, uma vez que muitas dessas espécies necessitam de períodos longos para germinar (PINÃ-RODIGUES; SANTOS, 1988). Por determinar em poucas horas a viabilidade das sementes, agricultores e viveiristas podem se beneficiar das informações

fornecidas pelo teste, auxiliando-os na tomada de decisões quanto ao desempenho do lote para produção das mudas (AZERÊDO; PAULA; VALERI, 2011).

Na intenção de que sejam produzidas mudas com características ideais de desenvolvimento, pesquisadores promovem estudos de tecnologia de sementes e produção de mudas para se conseguir os melhores substratos, recipientes e níveis de insolação e, assim, desenvolver técnicas que permitam às mudas resistir às adversidades ambientais após o plantio e sejam de baixo custo e fácil aquisição (FONSECA, 2000; ROWEDER, 2011).

Esta pesquisa contempla o estudo de dois lotes de procedências distintas de *Parkia multijuga* Benth, oriundos dos municípios de Moju e Tucuruí localizados no Estado do Pará.

A escolha desta espécie justifica-se em razão da escassez de informações sobre a qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas, que são importantes para a recuperação de áreas degradadas, em virtude principalmente da renovação da vegetação.

O objetivo deste experimento é obter informações relevantes que possam ser utilizadas pelos produtores de mudas e tecnologistas de sementes, um estudo da qualidade por meio da viabilidade, emergência e desenvolvimento de plântulas como uma forma de identificar lotes de sementes de melhor qualidade para um futuro sucesso na produção de mudas desta espécie.

2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma metodologia adequada, para a aplicação do teste de tetrazólio em sementes desta espécie.
- Avaliar se existe diferença na taxa de emergência entre lotes de sementes da mesma espécie de *P. multijuga*, oriundos de diferentes procedências.
- Qual o efeito dos diferentes substratos e sombreamento sobre a emergência e o desenvolvimento inicial em viveiro de plântulas desta espécie?
- Determinar a procedência mais adequada à produção de mudas desta espécie com qualidade para o plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, V. A. Importância da madeira de florestas plantadas para a indústria de manufaturados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 90, p. 189-200, June 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. 2013, Curitiba. **Estudo Setorial 2013**: ano base 2012. Curitiba, 2013. 127 p.

AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Viabilidade de sementes de *Pipitadenia moniliformis* Benth. pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n. 1, p. 061 – 068, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CHEROBINI, E. A. L. **Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas**. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2006.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **A indústria brasileira no caminho da sustentabilidade**. Brasília, DF: CNI, 2012. 47 p.

OLIVEIRA, A.K.M.; FAVERO, E.D.S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **R. árvore**, Viçosa, MG, v.30, n.1, p.25-32, 2006.

FONSENCA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema míncrantha* (L.) Blume., *Cedrela odorata* Vell. E *Aspidosperma polyneuron* Mull Arg. Produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

FRANÇA NETO, J. B. Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. *In*: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

HOPKINS, H. C. F. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). *In*: HOPKINS, H. C. F. **Flora Neotrópica**. New York: The New York Botanical Garden, 1986. 44p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL - IBDF. **Padronização da nomenclatura comercial brasileira das madeiras tropicais amazônicas**. Brasília, DF: IBDF, 1987. 85p.

JESUS, B. M. **Morfologia de sementes, germinação e desenvolvimento de mudas de angico de bezerro (*Piptadenia obliqua* (Pers.) Macbr.)**. 1997. 81f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1997.

LORENZZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5. ed. Recife: Nova Odessa, Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2008. 384 p.

MASETTO, T.E. *et al.* Avaliação da qualidade de sementes de *Eugenia pleurantha* (Myrtaceae) pelos testes de germinação e tetrazólio. **Agrarian**. v.2. n.5. p. 33-46. 2009.

NIETSCHE, S. *et al.* Tamanho da semente e substratos na germinação e crescimento inicial de mudas de cagaiteira. **Ciência e Agroecologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1321-1325, 2004.

NUNES, J. S. *et al.* Avaliação de emergência do Favão (*Parkia multijuga*) para reabilitação em áreas impactadas por extração de argila. **Agroecossistemas**, v. 2, n. 1, p. 18-21, 2010.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; SANTOS, N.R.F. Teste de tetrazólio. *In*: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.91-100.

PINTO, A. M.; INOUE, M. T.; NOGUEIRA, A. C. Conservação e vigor de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 233-236, 2004.

PIVETA, G. *et al.* Superação de dormência na qualidade de sementes e mudas: influência na produção de *Senna multijuga* (L. C. Rich.) Irwin & Barneby. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 2, p. 28 - 288. 2010.

ROWEDER, C. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de Cedro (*Cedrella odorata*, L. – Meliaceae) e Mogno (*Swietenia macrophylla* King – Meliaceae) em diferentes condições de luminosidade, substratos e recipientes**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Acre. 124p. 2011.

SANTOS, U. F.; XIMENES, F. S.; LUZ, P. B.; SEABRA JÚNIOR, S.; PAIVA SOBRINHO, S. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 129-136, 2014.

STURION; J. A.; ANTUNES, B. M. A. produção de mudas de espécies florestais. *In*: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais**, COLOMBO: 2000 p. 125-150.

VALVERDE, S. R. *et al.* **Silvicultura brasileira: oportunidades e desafios da economia verde**. Rio de Janeiro: FBDS, 2012. 40 p.

CAPÍTULO 1

3 PADRONIZAÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO EM SEMENTES DE *Parkia multijuga* Benth (Fabaceae)**RESUMO**

O trabalho teve por objetivo determinar uma metodologia adequada do teste de tetrazólio para sementes de *Parkia multijuga* Benth. As sementes foram escarificadas utilizando lixa nos dois lados oposto ao embrião e pré-condicionadas por imersão em água destilada por 48 horas em temperatura ambiente. O tegumento foi retirado e os embriões foram colocados submersos em solução de tetrazólio (pH 6,5) nas concentrações de 0,05, 0,1 e 0,3%, sendo mantidas no escuro à temperatura de 30°C por 6, 18 e 24 horas. Os embriões foram classificados individualmente em 8 classes de viabilidade. As sementes foram submetidas ao teste de germinação e emergência de plântulas para a comparação com o teste de tetrazólio. A concentração de tetrazólio a 0,1% por 6 horas pode ser utilizada para avaliar a viabilidade de sementes de *Parkia multijuga* como complemento ao teste de germinação.

Palavras-chave: Sementes florestais. Teste de germinação. Viabilidade da semente.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine an appropriate methodology for test of tetrazolium to seeds of *Parkia multijuga* Benth. The seeds were scarified using emery cloth on both sides opposite to the embryo and pre-conditioned by immersion in distilled water for 48 hours at room temperature. The skin was removed and the embryos were placed submerged in solution of tetrazolium chloride (pH 6.5) at concentrations of 0.05, 0.1 and 0.3 %, being kept in the dark at a temperature of 30 degrees C for 6, 18 and 24 hours. The embryos were classified individually in 8 classes of viability. The seeds were subjected to the test of germination and emergence of seedlings for comparison with the test. The concentration of tetrazolium to 0.1% for 6 hours can be used to evaluate the viability of seeds of *Parkia multijuga* as a complement to the germination test.

Keywords: Forest seeds. Germination test. Seed viability.

3.1 Introdução

A utilização de sementes de alta qualidade é essencial para o sucesso da implantação de qualquer cultura e empreendimentos florestais, depende também a qualidade de mudas e o consequente sucesso de um reflorestamento. Para isso, existem programas internos de controle de qualidade desenvolvidos pelas entidades produtoras de sementes que buscam o uso de testes que sejam rápidos e eficientes na determinação da viabilidade de lotes de sementes.

Entre esses, o teste de tetrazólio destaca-se, pois, além de avaliar a viabilidade e vigor, permite a identificação dos fatores que influenciam na qualidade de sementes, como danos mecânicos, ocasionados por secagem, insetos e deterioração por umidade (VALADARES; PAULA; MÔRO, 2009). Os dados obtidos através desse teste podem ser utilizados no estabelecimento de bases para a comercialização, determinação do ponto de colheita e controle de qualidade durante o armazenamento (MARCOS-FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987). Esse teste possibilita a determinação da viabilidade de maneira rápida, em período inferior a 24 horas (MENEZES; SILVEIRA; PASINATTO, 1994).

A metodologia do teste vem sendo aprimorada, principalmente para sementes de milho, algodão, feijão, amendoim e soja (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999). Para espécies florestais destaca-se a utilização do teste em sementes de *Mauritia flexuosa* (SPERA; CUNHA; TEIXEIRA, 2001), *Senna multijuga* e *Senna macranthera* (FERREIRA; DAVIDE; MOTTA, 2004) *Peltophorum dubium* (OLIVEIRA, CARVALHO; DAVIDE, 2005), *Eremanthus elaeagnus* (Mart. Ex. DC.) Schultz-Bip, *Eremanthus glomerulatus* Less e *Eremanthus incanus* (VELTEN; GARCIA, 2005) e *Tabebuia aurea* (OLIVEIRA; SCHEDLER; FAVERO, 2006). Os tempos de pré-embebição e de incubação, a concentração da solução de tetrazólio e a avaliação adequada do teste são fundamentais para que se obtenham resultados confiáveis quanto à viabilidade e vigor (OLIVEIRA, CARVALHO; DAVIDE, 2005; PINHO *et al.*, 2011).

A espécie *Parkia multijuga* é conhecida como benguê, tucupi, paricá, visgueiro, faveira-benguê, arara-tucupi e faveira-pé-de-arara é uma espécie madeireira da Amazônia Central que ocorre na floresta de terra firme e várzea alta em solo argiloso (HOPKINS, 1986). Essa espécie apresenta produção anual moderada de sementes viáveis (LORENZI, 1992). Suas sementes apresentam dormência física, imposta pelo tegumento duro e impermeável à água (HOPKINS, 1986; SANTOS, 2012).

A avaliação da viabilidade das sementes por meio de testes rápidos como o de tetrazólio, agiliza as decisões quanto ao manejo de lotes de sementes durante as etapas de pré e de pós-colheita (PINTO *et al.*, 2009). Esse teste permite determinar a presença, localização e natureza das alterações nos tecidos das sementes por meio da coloração (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1999). A eficiência do teste de tetrazólio para avaliar a viabilidade das sementes, depende do desenvolvimento e do uso de método adaptado para cada espécie, como a definição de condições apropriadas para o pré-condicionamento, o preparo, a coloração e a avaliação das sementes (PINTO *et al.*, 2009; BENTO *et al.*, 2010).

A avaliação da qualidade das sementes através do teste de tetrazólio está baseada na alteração da coloração dos tecidos vivos, em presença de uma solução de sal de tetrazólio, expressando a atividade de enzimas desidrogenases envolvidas na atividade respiratória. Essas enzimas catalizam a reação dos íons H^+ , que são liberados pela respiração dos tecidos vivos com o sal de tetrazólio (cloreto 2,3,5 trifenil tetrazólio), formando uma substância de coloração vermelha denominada formazan. A reação se processa no interior das células, detectando os tecidos vivos pela coloração da formação vermelha e os tecidos mortos que não respiram ou os muito deteriorados (que liberam pouca quantidade de íons H^+ , insuficiente para que a reação ocorra), não apresentando coloração (GRABE, 1976; FRANÇA-NETO; PEREIRA; COSTA, 1986).

Diante da inexistência de informações sobre a avaliação rápida da viabilidade de sementes de *P. multijuga*, este trabalho tem por objetivo desenvolver uma metodologia adequada, para a aplicação do teste de tetrazólio em sementes desta espécie.

3.2 Material e Métodos

A coleta de sementes de *P. multijuga*, foi realizada no mês de setembro de 2013 em doze matrizes localizadas na região do Alto Moju, Nordeste Paraense ($01^{\circ} 53' 5'' S$, $48^{\circ} 45' 55'' O$). Os frutos secos foram coletados do chão e secos ao sol. Após secagem e com o auxílio de um martelo para quebrar os frutos foi efetuada a extração das sementes e estas foram colocadas em sacos de serrapilheira, sendo transportadas para o Laboratório de Sementes Florestais da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, e armazenadas em câmara fria com controle de temperatura e umidade ($0-5^{\circ}C$; 70% UR). Durante o beneficiamento, foram eliminadas sementes visualmente deterioradas ou danificadas. A partir daí, deu-se o início às

análises constituídas de: massa de mil sementes; número de sementes por quilo; determinação do grau de umidade inicial; teste de germinação; teste de emergência e teste de tetrazólio.

3.2.1 Caracterização biofísica das sementes

Após a retirada das sementes da câmara de armazenamento, estas foram mantidas em condições ambientais por 24 horas e tiveram o seu teor de água determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas, conforme as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009) para sementes grandes de espécies florestais. Foram separadas duas amostras cortadas ao meio, cada uma com o peso aproximado de cinco sementes intactas, retiradas da amostra média.

As sementes foram cortadas ao meio, recombinaadas e misturadas com uma espátula, em seguida foram retiradas as duas repetições, as quais foram colocadas em cápsulas de alumínio previamente pesados. As amostras com as sementes apresentaram em média 5,1 g. A porcentagem de umidade foi calculada na base na massa úmida, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P-p)}{P-t} \quad (1)$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

3.2.2 Teste de germinação

As sementes foram submetidas ao tratamento pré-germinativo para a superação da dormência tegumentar, foi utilizada a lixa nos dois lados oposto ao eixo embrionário, e

desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 5 minutos e posteriormente submetidas em água destilada por um período de 48 horas. Após a embebição, as sementes foram dispostas em papel toalha tipo Germitest, esterilizados em estufa à $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 2 horas. Este foi umedecido com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes do peso papel seco. Foram formados rolos de papel e mantidos dentro de sacos plásticos transparentes para a conservação da umidade e colocados em germinador, em temperatura constante de 30°C e fotoperíodo de 12 horas. Foram colocadas para germinar 60 sementes, distribuídas em quatro repetições de 15 sementes em cada tratamento. Devido o tamanho das sementes, cada repetição foi subdividida em duas subamostras, uma com oito e outra com sete sementes. Quando necessário, foi feito o umedecimento do papel com água destilada.

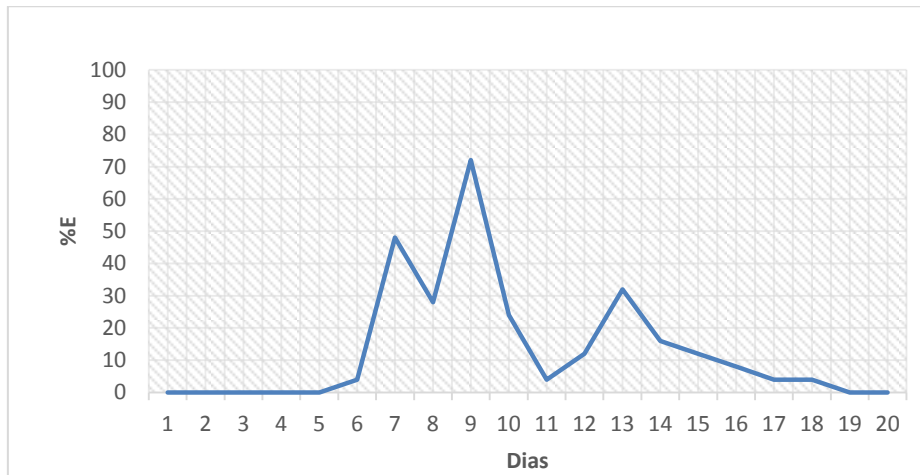
As avaliações foram feitas diariamente até a estabilização do processo de germinação, considerando como germinadas as sementes que emitiram radícula maior que 5 mm e as que formaram plântulas normais, seguindo os critérios definidos em “Regras para Análise de Sementes” (BRASIL, 2009). Os cálculos de porcentagem e velocidade de germinação foram realizados de acordo com Labouriau e Valadares (1976) e Maguire (1962).

3.2.3 Emergência de plântulas

Para a realização do teste de emergência em casa de vegetação, foi seguida a mesma metodologia de quebra de dormência e desinfestação nas sementes descrita para o teste de germinação. Foram colocadas 100 sementes para germinar, em 4 repetições de 25 sementes cada, em caixa com areia lavada e esterilizada e serragem na proporção de 1:1, sob condições ambientais, sem controle de temperatura ou umidade relativa.

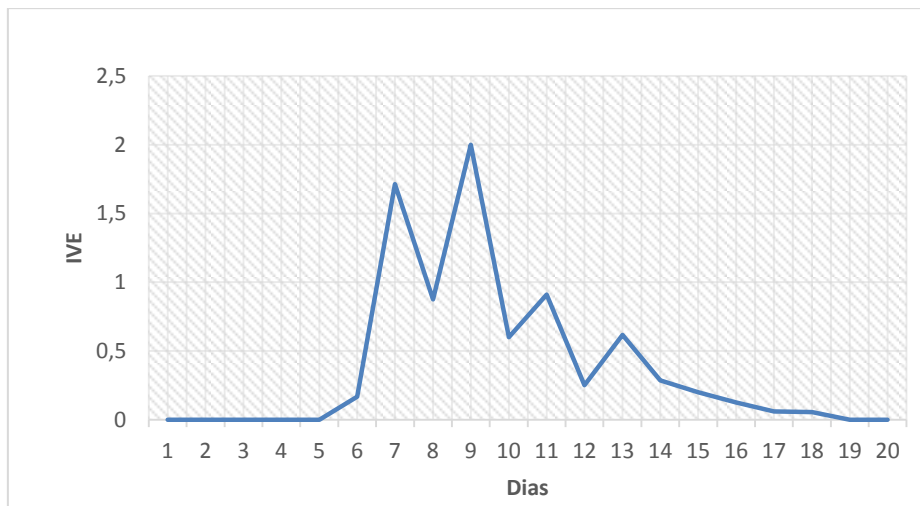
As sementes foram cobertas com a mistura de areia e serragem. A irrigação foi feita sempre que foi necessário para manter o substrato úmido. As avaliações foram feitas diariamente, até o 21º dia após a sementeira, e em seguida foi calculado o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) (Figura 1a) e a porcentagem de plântulas normais emergidas (Figura 1b), contadas até sua estabilização. As plântulas foram consideradas normais quando alcançaram o estágio em que todas as estruturas essenciais foram verificadas. Por outro lado, plântulas consideradas anormais apresentaram o não desenvolvimento de alguma das estruturas essenciais desta.

Figura 1a - Teste de Emergência (%E) em sementes de *P. multijuga*.



Fonte: A autora.

Figura 1b - Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em sementes de *P. multijuga*.



Fonte: A autora.

3.2.4 Teste de Tetrazólio

As sementes foram pré-condicionadas por imersão em água destilada, a temperatura ambiente, por 48 horas, para facilitar a retirada do tegumento. Decorrido este período, os tegumentos das sementes foram retirados cuidadosamente e os embriões foram submersos em solução de tetrazólio (pH 6,5) nas concentrações de 0,05%, 0,1% e 0,3%, sendo mantidos no escuro, em copos descartáveis (volume de 500 mL), no germinador à temperatura de 30°C, por 6, 18 e 24 horas para coloração. Após estes períodos, as sementes foram retiradas das

soluções e lavadas em água destilada e mantidas submersas até o momento da avaliação. Os embriões foram seccionados longitudinalmente com o auxílio de um estilete, entre os cotilédones, avaliando-se a intensidade da coloração, presença de áreas de coloração leitosas, aspectos dos tecidos e localização da coloração em relação aos cotilédones e ao eixo embrionário.

Para a interpretação dos resultados, cada embrião, separadamente, foi analisado e classificado de acordo com a coloração, formando diferentes classes de viabilidade. Para caracterizar os níveis de viabilidade, dentro de cada classe observou-se a ocorrência e a localização de danos nas estruturas embrionárias. A diferenciação das cores dos tecidos foi feita de acordo com os padrões propostos por Grabe (1976), ISTA (1993), Moore (1972) para diversas espécies agrícolas e florestais; Corte, Borges e Pereira (2010) e Oliveira, Carvalho e Davide (2005) também para espécies florestais e, posteriormente estabelecidas oito classes de viabilidade.

A viabilidade foi expressa em porcentagem de sementes viáveis nas diferentes classes. O resultado do teste de tetrazólio foi comparado ao teste de germinação e emergência.

3.2.5 Análises estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3 (três concentrações e três tempos) utilizou-se uma amostra contendo 100 sementes subdivididas em quatro repetições de 25 sementes por tratamento.

Os dados obtidos nos testes de tetrazólio e germinação foram transformados em arc sen. $\sqrt{x}/100$ e submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, usando o programa BioEstat (AYRES *et al.*, 2007).

3.3 Resultados e Discussão

As sementes que constituíram o lote de *P. multijuga* apresentaram no momento da realização dos testes, 10% de teor de água. Mendes, Bastos e Melo (2009), verificaram em sementes de *Parkia velutina*, teor de água de 11,3%. Para Medeiros (2001), teores de água

abaixo de 13% não comprometem a qualidade das sementes, permitindo o seu armazenamento por maiores períodos, portanto, esse lote de *P. multijuga* não ultrapassou esse limite considerado adequado. Os dados de características físicas, teor de água e variáveis biométricas encontram-se na tabela 1.

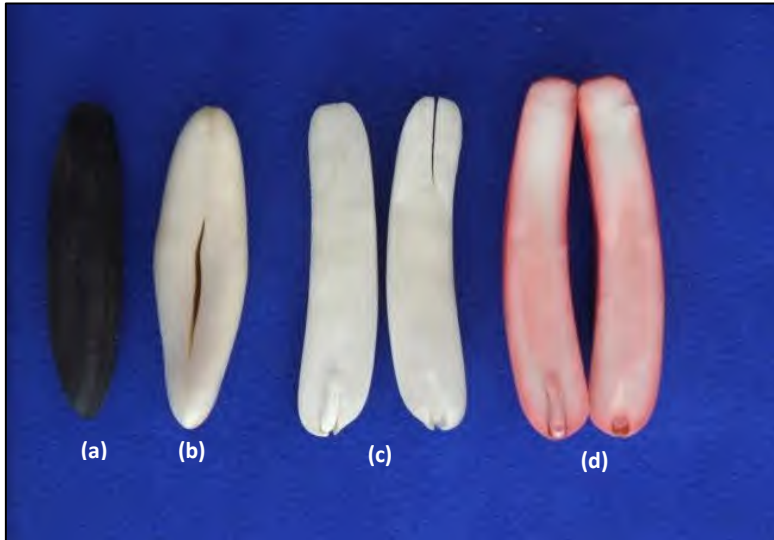
Tabela 1. Características físicas, teor de água (A) e características biométricas (B) de sementes de *P. multijuga*..

		A	
Análises Laboratoriais		Resultados	
Massa de mil sementes		476,25g	
Número de sementes por quilo		242	
Teor de água		10%	
		B	
		Medidas (mm)	
	Comprimento	Largura	Espessura
Média	51,14	50,90	8,96
Desvio Padrão	3,15	3,09	1,03

Fonte: Pesquisa experimental.

As sementes de *P. multijuga*, possuem o tegumento muito duro, o que dificulta o processo de entumescimento. No entanto, a escarificação promoveu a embebição e retirada do tegumento, favorecendo assim a penetração da solução de tetrazólio e permitiu uma coloração mais uniforme das estruturas viáveis, evitando, evitando injúrias mecânicas, em decorrência do tegumento dessa espécie ser bastante rígido (Figura 2). De acordo com Grabe (1976), tegumentos espessos e duros devem ser removidos antes da coloração, como é o caso dessa espécie. A retirada do tegumento vem sendo indicada para várias outras espécies, tais como *Parkia velutina* Benoist (MENDES; BASTOS; MELO, 2009), *Melanoxylon braúna* Schot (CORTE; BORGES; PEREIRA, 2010), *Schizolobium amazonicum* (SHIMIZU *et al.*, 2011), *Poecilanthe parviflora* Bentham (VALADARES; PAULA; MÔRO, 2009), *Anadenanthera peregrina* (PINHO *et al.*, 2011), *Gleditschia amorphoides* (FOGAÇA *et al.*, 2006).

Figura 2 - Etapas do tratamento de sementes de *P. multijuga* para facilitar a penetração do sal de tetrazólio. (a) Semente sem tratamento com tegumento rígido; (b) Semente sem tegumento, após 48 h de embebição em água destilada; (c) Semente seccionada longitudinalmente, exposição do embrião; (d) semente colorida com o sal de tetrazólio, semente viável.



Fonte: A autora.

Segundo Piana, Tillmann e Silva (1992), a rapidez na avaliação de sementes proporciona vantagens, como a possibilidade de descarte de lotes com qualidade inadequada. Sementes de *Tabebuia serratifolia* e *tabebuia impetiginosa* submetidas ao teste de tetrazólio obtiveram resultado em um dia, enquanto o teste de germinação teve duração de 28 dias (OLIVEIRA; CARVALHO; DAVIDE, 2005).

Para Krzyzanowski, Vieira e França Neto (1999), a escolha de metodologia adequada para o emprego do teste de tetrazólio deve se basear na facilidade para a diferenciação de tecidos viáveis e inviáveis e na capacidade de diferenciar lotes de qualidade fisiológica distintas. Além disso, o teste de tetrazólio deve representar o teste de germinação, ou seja, fornecer uma idéia aproximada da germinação de determinado lote de sementes.

Na figura 3 são apresentadas as classes de viabilidade estabelecidas no teste de tetrazólio para as sementes de *P. multijuga*, onde:

Classe 1 (Viável): cotilédones com coloração levemente rósea e eixo embrionários levemente rósea e/ou não corados. Tecidos visualmente com aspecto normal e firme.

Classe 2 (Viável): cotilédones pouco ou nada coloridos e eixo embrionário com coloração levemente rósea. Tecidos visualmente com aspecto normal e firme.

Classe 3 (Viável): eixo embrionário e cotilédone com coloração rósea ou mais escuro. Cotilédone totalmente colorido. Tecidos visualmente com aspecto normal e firme.

Classe 4 (Viável): mais de 50% dos cotilédones coloridos e eixo embrionário com coloração rósea. Tecidos visualmente com aspecto normal e firme.

Classe 5 (Viável): cotilédones e eixo embrionário com coloração rósea ou vermelho, apresentando manchas claras ou brancas no centro dos cotilédones. Tecidos visualmente com aspecto normal e firme.

Classe 6 (Viável): cotilédones e eixo embrionário com coloração vermelha. Tecido normalmente firme.

Classe 7 (Inviável): cotilédones com coloração vermelho-intenso a marrom e eixo embrionário vermelho-intenso. Tecidos com deterioração

Classe 8 (Inviável): cotilédones com coloração vermelho-intenso a marrom e eixo embrionário não corado.

Figura 3 - Classes para a determinação da viabilidade de sementes de *P. multijuga* pelo teste de tetrazólio.



Fonte: A autora.

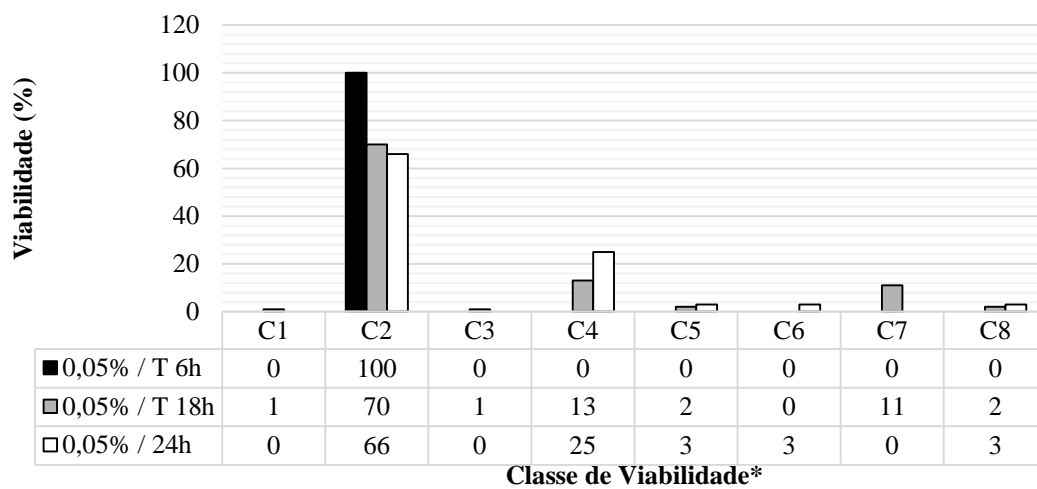
As sementes submetidas à concentração de 0,05% de tetrazólio por 6 horas não coloriram suficiente, no entanto, foi observado que as sementes submetidas a esse tratamento estavam viáveis, pois tanto os cotilédones como o eixo embrionário estavam com aspecto normal e firme, como pode ser observado na Figura 3.1. As concentrações de 0,5% nos tempos de 18 e 24 horas; 0,1% nos tempos de 6, 18 e 24 horas e 0,3% nos tempos de 6, 18 e

24 horas, foram suficientes para colorir os embriões de *P. multijuga* (Figura 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6; 3.7 e 3.8).

Na figura 4.1, 4.2 e 4.3 são apresentadas as classes de viabilidade estabelecidas no teste de tetrazólio para as sementes de *P. multijuga*, onde:

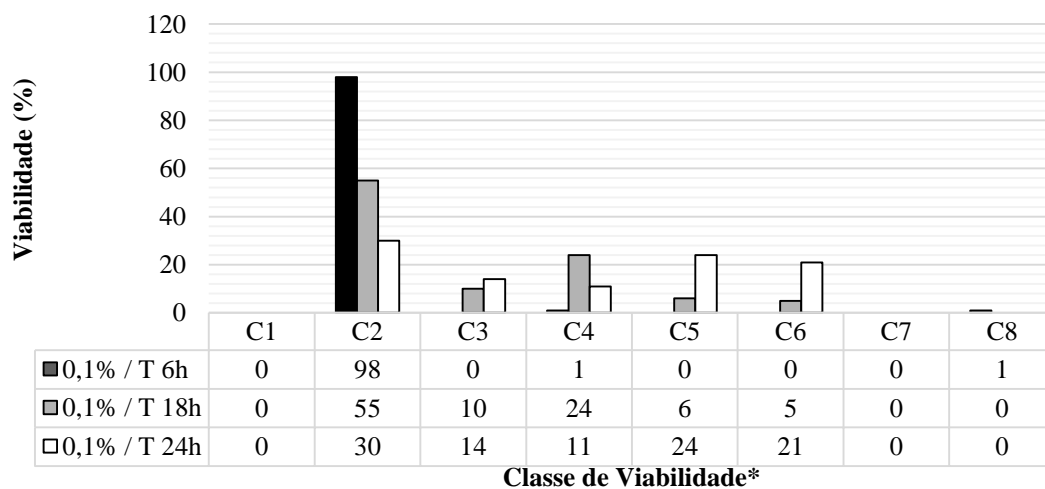
Classes de 1 a 6 identificam sementes viáveis e vigorosas; classes de 7 a 8 as sementes não viáveis, que não germinam.

Figura 4.1 - Classes de viabilidade obtidas no teste de tetrazólio em sementes de *P. multijuga*, para concentração 0,05% e tempos (6,18 e 24 horas).



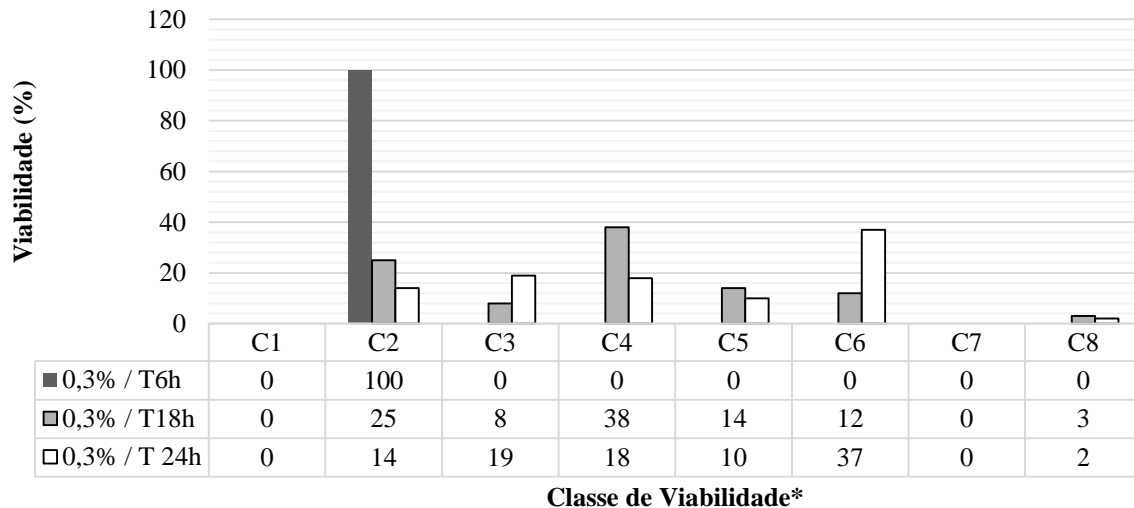
Fonte: A autora.

Figura 4.2 - Classes de viabilidade obtidas no teste de tetrazólio em sementes de *P. multijuga*, para concentração 0,1% e tempos (6, 18 e 24 horas).



Fonte: A autora.

Figura 4.3 - Classes de viabilidade obtidas no teste de tetrazólio em sementes de *P. multijuga*, para concentração 0,3% e tempos (6, 18 e 24 horas).



Fonte: A autora.

Nota(*): **C1-Class 1 (Viável):** cotilédones com coloração levemente rósea e eixo embrionários levemente rósea e/ou não corados. Tecidos visualmente com aspecto normal e firme. **C2-Class 2 (Viável):** cotilédones pouco ou nada coloridos e eixo embrionário com coloração levemente rósea. Tecidos visualmente com aspecto normal e firme. **C3-Class 3 (Viável):** eixo embrionário e cotilédone com coloração rósea ou mais escuro. Cotilédone totalmente colorido. Tecidos visualmente com aspecto normal e firme. **C4-Class 4 (Viável):** mais de 50% dos cotilédones coloridos e eixo embrionário com coloração rósea. Tecidos visualmente com aspecto normal e firme. **C5-Class 5 (Viável):** cotilédones e eixo embrionário com coloração rósea ou vermelho, apresentando manchas claras ou brancas no centro dos cotilédones. Tecidos visualmente com aspecto normal e firme. **C6-Class 6 (Viável):** cotilédones e eixo embrionário com coloração vermelha. Tecido normalmente firme. **C7-Class 7 (Inviável):** cotilédones com coloração vermelho-intenso a marrom e eixo embrionário vermelho-intenso. Tecidos com deterioração. **C8-Class 8 (Inviável):** cotilédones com coloração vermelho-intenso a marrom e eixo embrionário não corado.

Os maiores valores de viabilidade foram conseguidos na classe 2 para ambas as concentrações testadas em diferentes tempos de avaliação. A média de viabilidade foi de 78,67%, 61% e 46,33% para as concentrações de 0,05%, 0,1% e 0,3% respectivamente.

As sementes presentes nas classes de 1 a 6 apresentaram uma coloração em tom rosado e/ou avermelhado uniforme e aspecto normal, sadio e firme. A obtenção da coloração uniforme indica tecidos vivos e vigorosos, de acordo com Moore (1985), tecidos vigorosos tendem a colorir gradual e uniformemente e, quando embebidos, apresentam-se túrgidos. No entanto, as classes 7 e 8, para ambas as concentrações mostraram valores de viabilidade inferiores a 2% e coloração dos cotilédones vermelho intenso. A ocorrência de vermelho intenso é característica de tecidos em deterioração que permitem uma maior difusão da solução de tetrazólio, por meio de suas membranas celulares comprometidas (MOORE, 1985).

A ausência de coloração com tecidos brancos ou amarelados flácidos observados em alguns trabalhos com algumas espécies florestais como: *Parkia velutina* Benoist (MENDES et al., 2009), *Peltophorumdubium* (OLIVEIRA; CARVALHO; DAVIDE, 2005), *Copaifera langsdorffii* e *Schizolobium parahyba* (FOGAÇA et al., 2011), *Gleditschia amorphoides* Taub. (FOGAÇA et al., 2006), entre outras. Esse padrão não foi encontrado no lote de sementes estudado. O que pode ocorrer dependendo da forma de armazenamento das sementes e/ou alguma situação de estresse. Coloração branca indica tecidos mortos, que não apresentam atividade enzimática necessária à produção de trifenilformazan (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998).

As sementes de *P. multijuga* analisadas apresentaram 90% de germinação, sendo 80% de germinação normal e 20% de germinação anormal.

Segundo Marcos Filho (1994), dentre os critérios para avaliar a confiabilidade de um determinado teste para avaliação da qualidade de diferentes lotes, a correlação dos resultados desse teste com os resultados de emergência em campo é um dos parâmetros mais adotados. Por outro lado, deve-se ter em mente que a emergência em campo e os testes diretos de avaliação da qualidade das sementes são afetados por fatores muitas vezes não observados durante a condução de testes indiretos, como o tetrazólio, de modo que os resultados precisam ser interpretados com a devida cautela.

Segundo Oliveira, Carvalho e Davide (2005), no teste de tetrazólio somente o embrião é avaliado, não considerando a influência das estruturas externas das sementes nos resultados dos testes de germinação, como as possíveis infestações com patógenos nos lotes. Diante que foi exposto, isso pode explicar a baixa porcentagem de emergência nesse lote de sementes de *P. multijuga* que apresentou uma média de 70% de plântulas normais emergidas em areia e serragem, quando comparado ao teste de germinação e tetrazólio (Tabela 2).

Os valores dos resultados do teste de tetrazólio são apresentados na Tabela 2 e demonstrados em gráfico na figura 5 ao serem correlacionados à porcentagem de germinação e emergência.

Tabela 2. Resultados do teste de tetrazólio e germinação em sementes de *P. multijuga*.⁽¹⁾
(Continua)

Tetrazólio		Sementes
Concentração (%)	Tempo (horas)	viáveis (%)
0,05	6	90 A
	18	69 B
	24	81 A

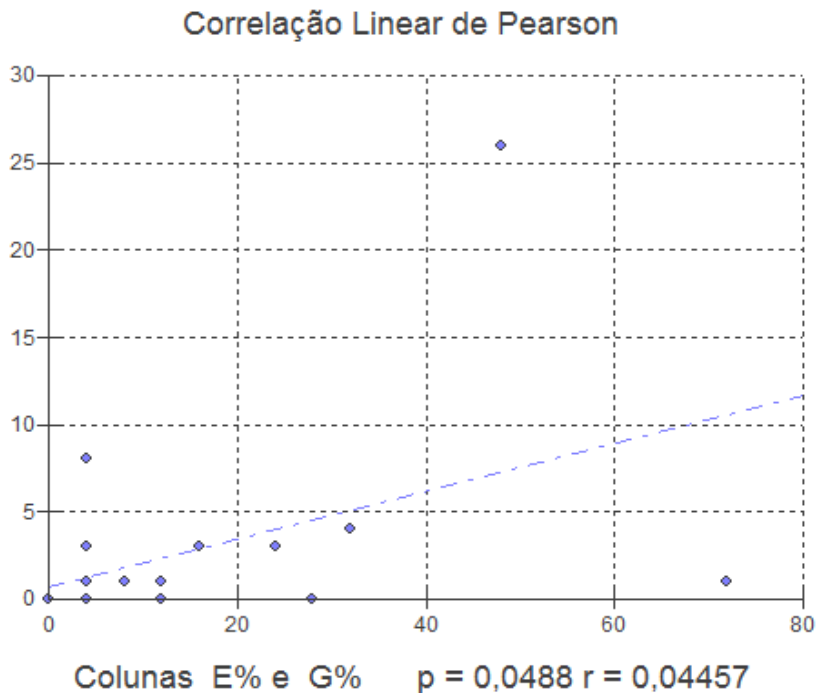
Tabela 2. Resultados do teste de tetrazólio e germinação em sementes de *P. multijuga*.⁽¹⁾
(Conclusão)

Tetrazólio		Sementes
Concentração (%)	Tempo (horas)	viáveis (%)
0,1	6	87 A
	18	90 A
	14	90 A
0,3	6	90 A
	18	85 A
	24	84 A
Teste de germinação		90 A
Porcentagem de emergência		70 B

Fonte: Pesquisa experimental.

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Figura 5 - O teste de Correlação de Pearson entre as variáveis E% e G% mostra que existe ao nível de significância $\alpha = 0,05$, p-valor = 0,0488 uma correlação positiva fraca $r = 0,4457$.



Fonte: A autora.

A concentração de solução de 0,05% por 18 horas diferiu significativamente ($p < 0,05$) do teste de germinação pela coloração vermelho-intenso do eixo embrionário, indicando deterioração dos tecidos. Para esta concentração, a germinação das sementes foi superestimada pelo teste de tetrazólio (Tabela 2), devido provavelmente, a microrganismos

presentes no lote e ao fato do teste de tetrazólio não detectar a presença de patógenos, que podem causar um declínio no teste de germinação (SENEEWONG; BASKIN; BATSON JUNIOR, 1991).

Foi observado que os resultados da viabilidade das sementes nas concentrações de tetrazólio de 0,05% nos tempos de 6 e 24 horas, 0,1% nos tempos de 6, 18 e 24 horas e 0,3% nos tempos de 6, 18 e 24 horas não diferiram significativamente ($p < 0,05$) do resultado do teste de germinação. Entretanto, a concentração de solução de tetrazólio de 0,05% no tempo de 18 horas subestimou a qualidade do lote de sementes de *P. multijuga* (Tabela 2).

De acordo com Ferreira, Davide e Motta (2004), os resultados dos testes de germinação e tetrazólio devem ser próximos, com margem de 5% de diferença entre eles.

Quanto à coloração obtida nos eixos embrionários das sementes nas diferentes concentrações estudadas, obteve-se uma coloração rósea ou vermelha nos tecidos vigorosos quando foi utilizada as concentrações de 0,05% (6 e 24 horas), 0,1% (6, 18 e 24 horas) e 0,3% (6, 18 e 24 horas), o que permitiu uma coloração mais nítida dos embriões, quando comparada à concentração de 0,05% (18 horas), enquanto que para esta concentração, os cotilédones coloriram intensamente apresentando aspecto de deterioração.

Os resultados de viabilidade de sementes de *P. multijuga* que mais se equiparou com o teste de germinação foi a concentração de 0,05% por 6 horas havendo equivalência nos resultados deste tratamento com o teste de germinação, entretanto, em termos de coloração adequada do embrião para uma melhor visualização, este tratamento não foi o melhor, pois apresentou um padrão de coloração fraco. Houve equivalência dos resultados também com a concentração de 0,05% por 24 horas, apresentando um padrão de coloração adequado, mas tendo em vista que um dos princípios do teste de tetrazólio é verificar a viabilidade de lotes de sementes em um menor tempo possível, este tratamento não seria o ideal. Entretanto, a concentração 0,1% por 6 horas, apresentou uma excelente coloração para a visualização da viabilidade do embrião nas sementes de *P. multijuga*, unindo dessa forma duas características muito importantes no teste de tetrazólio, a economia e a rapidez.

3.4 Conclusão

A concentração 0,1% da solução de tetrazólio por 6 horas permite avaliar a qualidade de lotes de sementes de *P. multijuga*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M. *et al.* **BioEstat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2007. 364 p.
- BENTO, S. R. S. O. *et al.* Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* WILLD.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol.32, n.4, p. 111-117, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília:MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CORTE, V.B.; BORGES, E.E. de L.; PEREIRA, B.L.C. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para a avaliação da viabilidade de sementes de *Melanoxylon braúna* Schot. **Cerne**, v.16, n.3, p. 415-421, 2010.
- FERREIRA, R.A.; DAVIDE, A.C.; MOTTA, M.S. Vigor e viabilidade de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn. e *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn., num banco de sementes em solo de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Santa Maria, RS, v. 26, n. 1, p. 24-31, 2004.
- FOGAÇA, C. A. *et al.* Teste de tetrazólio em sementes de *Copaifera langsdorffii* e *Schizolobium parahyba*. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 41, n. 4, p. 895-904, 2011.
- FOGAÇA, C.A. *et al.* Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Cesalpinaceae. **Revista Brasileira de sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 101-107, 2006.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. *In*: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. p.8.5-1-8.5-28.
- FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, L. A. G.; COSTA, N. P. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA – CNP Soja, 1986. 36p.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa, 1998. 72 p.
- GRABE, D.F. **Manual do teste de tetrazólio em sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 85p.
- HOPKINS, H.C. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). Flora Neotropica: New York Botanical Garden, New York, Monograph n.43, p. 93-98. 1986.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - ISTA. International Rules for Seed Testing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21 (supplement), 1993. 288p.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calatropisprocera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, p. 263-284, 1976.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarium, 1992. 352p.

MAGUIRE, J. D. Speed germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 33-35, 1994.

MARCOS-FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MEDEIROS, A.C.S. **Armazenamento de sementes de espécies florestais nativas**. Colombo: Embrapa florestas, 2001. 24p.

MENDES, A.M.S.; BASTOS, A.A.; MELO, M.G.G de. Padronização do teste de tetrazólio em sementes de *Parkia velutina* Benoist (Leguminosae – Mimosoideae). **Acta Amazonica**, v.39, n.4, p. 823 – 828, 2009.

MENEZES, N.L.; SILVEIRA, T.L.D.; PASINATTO, P.R. Comparação entre métodos para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.2, p.121-127, 1994.

MOORE, R. P. **Handbook on tetrazolium testing**. Zurich: International Seed Testing Association, 1985. 99 p.

OLIVEIRA, A. K. M.; SCHEDLER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p. 25-32, 2006.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (sprengel) taubert, leguminosae caesalpinioideae. **CERNE**, v.11, n.2, p.159-166, 2005.

PIANA, Z.; TILLMANN, A. A.; SILVA, W. R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes através de testes rápidos. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.3, n.1, p.37-46, 1992.

PINHO, D.S. *et al.* Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de angico. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n. 67, p. 269-272, 2011.

PINTO, T.L.F. *et al.* Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelos testes de tetrazólio e de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.195-201, 2009.

SANTOS, R.P. **Características morfoanatômicas, fisiológicas e bioquímicas de sementes de *Parkia multijuga* (Willd.) Benth (Fabaceae-Momosoideae) submetidas a diferentes**

temperaturas. 2012. 114f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, Manaus, 2012.

SENEEWONG, A.; BASKIN, C.C.; BATSON JUNIOR, W.E. The relationship between internal disease organisms and germination of gin run cottonseed (*Gossypium hirsutum*, L.). **Journal of Seed Technology**, Lansing, v. 15, n. 2, p. 91-96, 1991.

SHIMIZU, E.S.C. *et al.* Aspectos fisiológicos da germinação e da qualidade de plântulas de *Schizolobiumamazonicum* em resposta à escarificação das sementes em lixa e água quente. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n.4, p. 791-800, 2011.

SPERA, M.R.N.; CUNHA, R.; TEIXEIRA, J.B. Quebra de dormência, viabilidade e conservação de sementes de buriti (*Mauritia flexuosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.12, p.1567-1572, 2001.

VALADARES, J.; PAULA, R.C.; MÔRO, F. V. Germinação, desenvolvimento de plântulas e teste de tetrazólio em *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae – Faboideae). **Científica**, Jaboticabal, v.37, n.1, p. 39 – 47, 2009.

VELTEN, S.B.; GARCIA, Q.S. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Eremanthus* (Asteraceae), ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta bot. bras.** v.19, n.4, p.753-761, 2005.

CAPÍTULO 2

4 EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE *Parkia multijuga* Benth (Fabaceae) SOBRE DIFERENTES SUBSTRATOS E SOMBREAMENTO.**RESUMO**

A espécie *Parkia multijuga* Benth é uma planta nativa da Amazônia que apresenta grande potencial para ser cultivada visando o reflorestamento em áreas degradadas. Este trabalho tem como objetivo avaliar se existe diferença na taxa de emergência entre lotes de sementes da mesma espécie de *P.multijuga*, oriundos de diferentes procedências e qual o efeito dos diferentes substratos e sombreamento sobre a emergência e o desenvolvimento inicial em viveiro de plântulas desta espécie, visando estabelecer o mais adequado à produção de mudas com qualidade para o plantio. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 2 x 2 x 3, com 4 repetições. Os fatores foram: dois tipos de substratos (esterco bovino e esterco de frango), dois lotes de diferentes procedências (Moju e Tucuruí) e três ambientes de luz, sendo 30%, 50% e 0% (pleno sol). A semeadura foi realizada diretamente em sacos plásticos, previamente cheios com uma mistura de terra preta, esterco e serragem. Os resultados obtidos demonstraram que a emergência de plântulas de *P. multijuga* não foi influenciada pelos níveis de sombreamento e substratos testados, sendo que o maior valor de emergência foi obtido com o lote de Tucuruí. Na maioria das características avaliadas, a procedência do lote Tucuruí apresentou valores maiores quando comparados com a procedência do lote Moju. Com base no crescimento em diâmetro e na produção de matéria seca, conclui-se que a formação de mudas de *Parkia*, requer um sombreamento de 30% ou 50%, utilizando o substrato esterco de frango, sendo uma alternativa viável para a produção de mudas desta espécie.

Palavras-chave: *Parkia multijuga*. Sementes. Mudanças. Viveiro.

ABSTRACT

The *Parkia multijuga* Benth species is a plant native to the Amazon that has great potential to be cultivated aimed at reforestation in degraded areas. This work aims to evaluate whether there are differences in the Emergency rate among seed lots of the same species of *P.multijuga*, from different origins and what the effect of different substrates and shading on the emergence and early development in nursery of seedlings, to establish the most suitable for the production of quality seedlings for planting. The experimental design was a randomized block, arranged in a factorial 2 x 2 x 3, with four repetitions. The factors were: two types of substrates (animal manure and chicken manure), two lots of different sources (Moju and Tucuruí) and three light environments, 30%, 50% and 0% (full sunlight). Seeds were sown directly into plastic bags previously filled with a mixture of black soil, manure and sawdust. The results showed that the emergence of *P. multijuga* seedlings was not affected by shading levels and substrates tested, with the largest emergency amount was the lot of Tucuruí. Most of the characteristics evaluated, the origin of the Tucuruí batch showed higher values when compared with the merits of the lot Moju. Based on the growth in diameter and dry matter production, it is concluded that the formation of *Parkia* seedlings, requires shading 30% or 50% using the chicken manure substrate being a viable alternative for the production of seedlings this species.

Keywords: *Parkia multijuga*. Seeds. Seedlings. Nursery.

4.1 Introdução

A demanda crescente por espécies florestais nativas para formação de reflorestamentos comerciais ou com fins conservacionistas gera cada vez mais uma necessidade de produção de mudas dessas espécies cujo acesso depende do conhecimento prévio de suas características de desenvolvimento (CUNHA *et al.*, 2005; DUTRA *et al.*, 2012). Entretanto, procedimentos e recomendações técnicas para a produção de mudas de qualidade são muito escassos, havendo apenas naqueles que detêm maior interesse econômico.

A propagação de mudas florestais é limitada pela falta de conhecimentos sobre as características silviculturais dessas espécies, principalmente no que se refere às condições básicas para a produção de mudas, como tamanho das sementes, formas, época de plantio, época de coleta e/ou colheitas das sementes, luminosidade ideal, tipo de recipiente e, principalmente, o substrato (ROWEDER, 2011). Aliado ao crescimento na demanda por mudas de espécies florestais nativas, devido à exigência legislativa para a adequação da reserva legal e áreas de preservação permanente, faz-se necessário expandir os estudos silviculturais dessas espécies, principalmente quanto à produção de mudas de qualidade (BOENE *et al.*, 2013).

De acordo com Freitas (2012), pesquisas referentes ao processo de produção de mudas ainda são insuficientes para que a demanda seja suprida pela produção. Diferentemente de plantas cultivadas para fins comerciais, há uma grande falta de informações sobre o potencial germinativo, desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas nativas e também sobre a composição de substratos (AFONSO *et al.*, 2012).

O tipo de substrato influencia tanto a germinação das sementes, quanto o crescimento das mudas. Segundo Martins, Machado e Nakagawa (2008), substrato é o suporte físico no qual a semente é colocada e tem como função manter as condições adequadas de fornecimento de água, oxigênio e nutrientes, para sua germinação e posterior desenvolvimento das mudas. Inúmeros substratos, em sua constituição original, ou combinados, são usados atualmente para propagação de espécies florestais (SIMÕES, GOMES da SILVA; RIBEIRO da SILVA, 2012), devendo-se observar, no momento da escolha, além de suas características físicas e químicas, os aspectos econômicos, quais sejam: baixo custo e grande disponibilidade (DUTRA *et al.*, 2012).

Para a emergência e desenvolvimento inicial das plântulas é importante um bom substrato, embora o considerável aumento de informações e pesquisas referentes à análise de

sementes de espécies florestais nativas, muitas ainda necessitam informações básicas sobre as condições ideais de germinação. Tais informações podem ser verificadas nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009).

Para Martins, Nakagawa e Bovi (1999), uma germinação rápida e uniforme das sementes, seguida por imediata emergência das plântulas são características altamente desejáveis, pois quanto mais tempo a plântula permanecer nos estádios iniciais de desenvolvimento e demorar a emergir no solo, mais vulnerável estará às condições adversas do meio.

O trabalho com sombreamento consiste, basicamente, na avaliação do crescimento de mudas sob diferentes níveis de luminosidade, visando à compreensão do comportamento e exigência das espécies vegetais ao longo da produção de mudas em viveiro. Várias espécies nativas já foram utilizadas em estudos de sombreamento, incluindo muitas espécies arbóreas tropicais (FELFILI *et al.*, 1999; CAMPOS; UCHIDA, 2002; FONSECA *et al.*, 2002; ILLENSER; PAULILO, 2002; AGUIAR *et al.*, 2005; CARVALHO *et al.*, 2006). Resultados de trabalhos dessa natureza esclarecem o padrão ótimo de desenvolvimento inicial de cada espécie, o que poderá ser aplicado no perfil da área a ser reflorestada, antes da introdução das espécies locais, por exemplo.

O sombreamento artificial realizado através do uso de telas do tipo “sombrite” é um método muito utilizado no estudo das necessidades luminosas das diferentes espécies em condições de viveiro, por ser uma prática capaz de isolar e quantificar o efeito da intensidade luminosa e fornecer às parcelas experimentais em condições uniformes de iluminação, quando comparadas aos estudos em condições naturais (RÊGO; POSSAMAI, 2006; DUTRA *et al.*, 2012).

Entre as espécies que apresentam potencial para serem cultivadas para o reflorestamento de áreas degradadas está a Fava arara (*Parkia multijuga* Benth). Esta pertencente à família Fabaceae, apresenta características como maciez ao corte, madeira muito leve e textura grossa (LORENZZI, 2002; YAMASHITA, GUIMARÃES, 2005). Essa planta de porte arbóreo (20-30m) floresce durante os meses de agosto-outubro e a maturação dos frutos verifica-se no período novembro-dezembro. Sua madeira é usada principalmente na fabricação de compensados (HOPKINS, 1986; SANTOS, 2012).

Pela facilidade de execução, a classificação das mudas para determinação do padrão de qualidade, baseia-se em parâmetros morfológicos externos, tais como: altura da parte aérea, o diâmetro do coleto, a área foliar, fitomassa seca do sistema radicular e da parte aérea (ALEXANDRE *et al.*, 2009), como também a tonalidade, a tonalidade de cor das folhas,

ausência de pragas e de doenças. Entretanto, para representar todas essas características utilizam-se índices de qualidade, que são associações entre os parâmetros de crescimento. Dentre esses, destaca-se a relação entre altura da planta e diâmetro do coleto (RAD), a relação da matéria seca da parte aérea e raízes (RPAR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (CHAVES; PAIVA, 2004; DARDENGO *et al.*, 2013).

Este trabalho tem como objetivo avaliar se existe diferença na taxa de Emergência entre lotes de sementes da mesma espécie de *Parkia multijuga* Benth, oriundos de diferentes procedências e qual o efeito dos diferentes substratos e sombreamento sobre a emergência e o desenvolvimento inicial em viveiro de plântulas desta espécie, visando estabelecer o mais adequado à produção de mudas com qualidade para o plantio.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Local de Realização

O experimento foi desenvolvido no período de fevereiro a abril de 2015, em viveiro pertencente da Embrapa Amazônia Oriental (01°28' S, 48°27' W), em Belém Pará. O clima da região é classificado, segundo Koppen, como Afi, com temperatura média anual de 25,3°C. A precipitação média durante a permanência deste experimento foi de 250 mm (INPE, 2015).

4.2.2 Sementes

Para realização do experimento foram selecionadas sementes de *P. multijuga*, coletadas na região do alto Moju, Nordeste Paraense, selecionadas de doze matrizes no mês de setembro de 2014 e, no mês de janeiro de 2014 na região de Tucuruí, localizada na região do Sudeste do Pará (03° 45' 58" S 49° 40' 21" W).

Frutos de *P. multijuga* foram coletados do chão e secos ao sol. Após secagem e com o auxílio de um martelo para quebrar os frutos foi efetuada a extração das sementes e estas foram colocadas em sacos de serrapilheira, sendo transportadas para o Laboratório de

Sementes Florestais da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, e armazenadas em câmara fria com controle de temperatura e umidade (0-5°C; 70% UR). Durante o beneficiamento, foram eliminadas sementes visualmente deterioradas ou danificadas.

As sementes, por apresentarem dormência tegumentar, foram escarificadas com lixa nos dois lados oposto a emissão da radícula, e desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 5 minutos e posteriormente submetidas em água destilada por um período de 48 horas. Após essa etapa, as sementes foram semeadas deitadas diretamente em sacos de polietileno (uma semente por saco), com 18 cm de diâmetro e 35 cm de altura, previamente cheios com uma mistura de 3:2:1, sendo 3 medidas de terra preta, duas de serragem e uma de esterco (Bovino ou Frango); foi utilizado um carro de mão com 50 litros de capacidade para medir cada um dos componentes. Antes do plantio, essa mistura contendo os diferentes substratos receberam 800 g de superfosfato simples e 1600 g de calcário cada. Em seguida foram acondicionados nos sacos.

Os sacos foram colocados sob três ambientes de luz: pleno sol (0% de sombra), com 30 e 50% de sombreamentos obtidos com tela de sombrite. A irrigação foi realizada somente quando necessário, tendo em vista que os tratamentos receberam toda a chuva natural que cai quase que diariamente nesses respectivos meses do ano nessa região.

Para a caracterização química dos substratos duas amostras foram enviadas ao Laboratório de Análise de Solos da Embrapa Amazônia Oriental para análises químicas, uma com o substrato contendo esterco bovino e o outro substrato contendo esterco de frango (Tabela 1).

Tabela 1 - Características químicas dos substratos utilizados na produção de mudas de *P. multijuga*.

Amostra	Prof..	N	pH	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al
Identificação	(cm)	%	águamg / dm ³Cmol _c / dm ³
Esterco bovino	0-20	0,09	7,0	609	1273	367	4,2	6,4	0,0
Esterco de frango	0-20	0,04	7,2	391	909	353	4,6	6,1	0,0

Fonte: Laboratório de solos Embrapa Amazônia Oriental.

4.2.3 Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes

Para avaliação da quantidade de água para sementes grandes de espécies florestais, como é o caso da *P. multijuga*, foi utilizado o método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas, conforme as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

4.2.4 Emergência de Plântulas (EP)

A emergência, nesse experimento, foi definida como o surgimento do caulículo na superfície na superfície do substrato e avaliada diariamente até a estabilização deste processo (21º dia após a semeadura), e em seguida foi calculado o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e a porcentagem de plântulas normais emergidas.

$$\text{EP (\%)} = \text{N/A} * 100 \quad (1)$$

Onde N: número de plântulas emergidas; A: número total de sementes colocadas para germinar.

$$\text{IVE} = \text{N1/ D1} + \text{N2/ D2} + \text{N3/ D3} + \dots + \text{Nn/ Dn} \quad (2)$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência; $N_{1:n}$ = número de plântulas emergidas no dia 1, 2, 3, ...n; e D = dias para as plântulas emergirem.

Os cálculos de porcentagem e velocidade de emergência foram realizados de acordo com Labouriau e Valadares (1976) e Maguire (1962).

4.2.5 Características de Crescimento e Qualidade das Mudanças

As avaliações do crescimento foram realizadas com base na altura da planta (AP), expressa em cm, medida com régua milimetrada, considerando-se a região compreendida

entre o coleto e a gema apical; diâmetro do coleto, expresso em mm, utilizando-se um paquímetro digital; número de folhas, número de folíolos aos 15 e 60 dias após a semeadura.

Aos 60 dias foi coletado o material vegetal para a determinação da matéria fresca e seca de 5 plantas, retiradas aleatoriamente de cada subparcela. O material vegetal foi secado em estufa a 65°C, até peso constante, em seguida foi determinada a matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e matéria seca total (MST), obtida pela soma de MSPA e MSR, expressa em gramas.

A qualidade das mudas foi determinada observando-se a relação entre altura da planta e diâmetro do coleto (RAD); relação da matéria seca da parte aérea/raízes (RPAR), obtida da relação entre MSPA e MSR; IQD = Índice de Qualidade de Dickson, segundo Dickson, Leaf e Hosner (1960). Este índice tem sido utilizado em vários estudos que tratam parâmetros morfológicos relacionados à qualidade de mudas (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005; MALAVASI CONTRO; MALAVASI MATOS, 2006; SILVEIRA, 2008; ROSA *et al.*, 2009; DARDENGO, 2013).

O IQD foi determinado por meio da equação:

$$IQD = \frac{MST}{\left[\left(\frac{H}{D}\right) + \left(\frac{MSPA}{MST}\right)\right]} \quad (3)$$

Em que: MST = massa seca total (g), H = altura (mm), D = diâmetro (cm), MSPA = massa seca da parte aérea e MSR = massa seca da raiz (g).

4.2.6 Tratamento e Análise Estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 2 x 2 x 3, com 4 repetições. Os fatores foram: dois tipos de substratos (esterco bovino e esterco de frango), dois lotes de diferentes procedências (Moju e Tucuruí) e três ambientes de luz, sendo 30%, 50% e 0% (pleno sol).

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância, comparadas pelo teste de Tukey. Para a obtenção dos resultados utilizou-se o programa estatístico BioEstat (AYRES *et al.*, 2007).

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Teor de Água

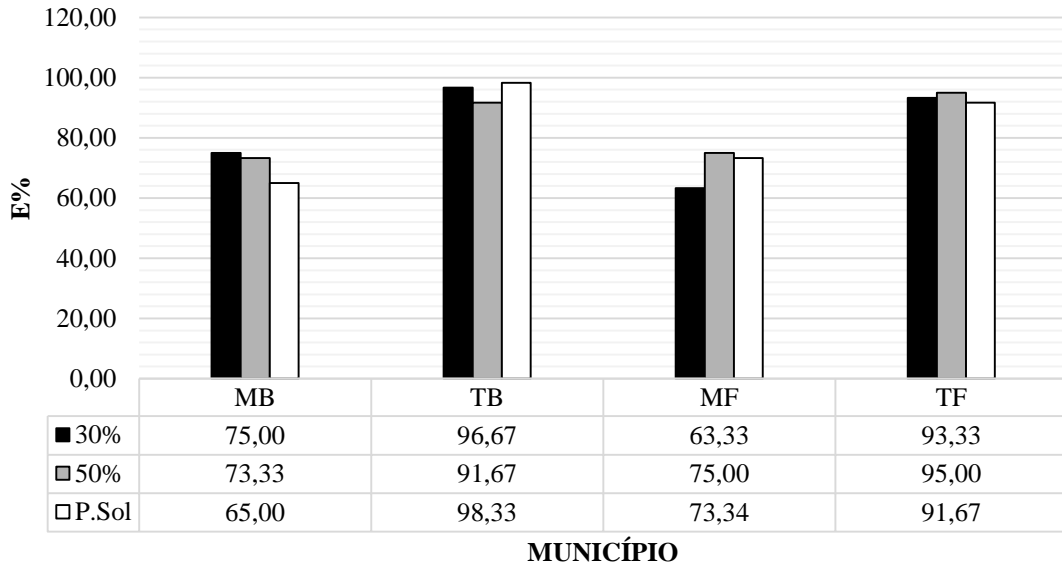
O teor de água das sementes dos dois lotes foi similar. De acordo com Marcos Filho (2005), a variação no teor de água das sementes dos diferentes lotes, não deve ser superior a 2%, pois as sementes mais úmidas são mais sensíveis às condições dos testes e, portanto, sujeitas a deterioração mais intensa.

As amostras de sementes dos lotes de *P. multijuga* apresentaram no início do experimento umidade em torno de 9,89% para a procedência do Município de Moju e 10,23% para a procedência do Município de Tucuruí. Resultados semelhantes foram encontrados em sementes de angico (12,7%), as quais não perderam a sua viabilidade à medida que seu grau de umidade foi reduzido, apresentando maior vigor quando submetidas ao processo de secagem de 24 horas (ARAÚJO; DANTAS; PELACANI, 2013).

4.3.2 Emergência

A emergência de plântulas de *P. multijuga* foi significativa somente para as procedências, sendo que o lote de sementes do município de Tucuruí apresentou uma média de 94,44% de taxa de emergência, superior em relação aos lotes de sementes do município de Moju que apresentou uma média de 70,83%, independente dos diferentes substratos e sombreamento (Figura 1). Os resultados da análise de variância para a porcentagem final de emergência revelaram que não houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para o substrato e sombreamento, tampouco para a interação entre os dois fatores (Tabela 2).

Figura 1 - Porcentagem de emergência (%E) de plântulas de *P. multijuga* em função da procedência, substratos e sombreamento. MB: Moju, esterco bovino; MF: Moju, esterco de frango; TB: Tucuruí, esterco bovino; TF: Tucuruí, esterco de frango. N. S; 0%: Pleno Sol.



Fonte: A autora.

A redução no percentual de emergência de plântulas do lote de Tucuruí pode ser atribuída às condições e ao período de armazenamento das sementes utilizadas neste experimento. Linhares (2000), realizando pesquisas sobre armazenamento de sementes de paricá comprovou que o aumento do período de armazenamento afeta a viabilidade da semente.

Muito embora a emergência das plântulas de *P. multijuga*, independente da procedência não tenha sido afetada pelos níveis de sombreamento e substratos, bem como pela interação dos mesmos, sabe-se que estes fatores exercem forte influência na emergência de plântulas de espécies florestais tropicais. Estudos realizados com *Anibarosa edora* Ducke (MARQUES; VARELA, MELO, 1999) e *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (ROSA *et al.*, 2009) revelaram que o sombreamento afetou significativamente o índice de velocidade de emergência dessas espécies. Isto porque existe uma forte correlação entre a radiação solar e a temperatura, esta última exerce forte influência sobre a duração do período de pré-germinação e sobre a velocidade de germinação e emergência das sementes (POPINIGIS, 1977; BIANCHETTI, 1981).

Gondin *et al.* (2015), estudando emergência em *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, revelaram que a emergência menor e mais lenta em alguns substratos, em especial no ambiente a pleno sol, pode ter sido devido a um estresse hídrico causado às sementes pela

maior demanda por água no ambiente a pleno sol, que normalmente apresenta temperaturas mais elevadas em relação ao sombreado, associado à maior drenagem de alguns substratos, material no qual a água disponível diminui rapidamente, exigindo irrigações mais frequentes, o que comprova sua baixa capacidade em armazenar água (LOPES; GUERRINI; SAAD, 2007), com reflexos negativos na germinação (ROCHA *et al.*, 2007) por atrasar os eventos iniciais de absorção de água pelas sementes, levando a atrasos também na emergência das plântulas.

4.3.3 Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Na avaliação dos resultados obtidos para o IVE observou-se que ocorreu efeito significativo para a procedência e também para as interações procedência versus sombreamento e procedência versus substrato. Nas demais variáveis analisadas, não foram observadas efeitos significativos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância da porcentagem de emergência (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE) em função da procedência, substrato e sombreamento.

Fonte de Variação		E%	IVE
		P<0,05	P<0,05
Procedência (P)	Moju	70,83	1,02
	Tucuruí	94,44	1,63
		N.S	N.S
Substrato (SU)	Bovino	83,33	1,40
	Frango	81,94	1,25
		N.S	N.S
Sombreamento (SO)	30%	82,08	1,23
	50%	82,08	1,30
	Pleno Sol (0%)	83,75	1,45
P x SU		N.S	P<0,05
P x SO		N.S	P<0,05
SU x SO		N.S	N.S
C. V (%)		11,07	22.24

Fonte: Pesquisa de campo

Nota:significante a nível de (P<0,05), Não significativo (N.S), Coeficiente de Variação C.V(%).

Este estudo revelou que não houve diferença significativa entre os diferentes substratos para o lote de sementes de Moju; somente para o lote do município de Tucuruí, sendo que o IVE onde se utilizou o esterco bovino foi superior (média de 1,79) ao do esterco de frango (média de 1,46). De acordo com os resultados houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para a interação entre procedência e substrato, em que os maiores valores do IVE foram verificados nas sementes do lote de Tucuruí, sendo maior quando foi utilizado como substrato o esterco bovino (Tabela 3).

Tabela 3 - Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do substrato em função da procedência ⁽¹⁾.

Procedência	Substrato	
	Bovino	Frango
Moju	1,08 Ba	1,03 Ba
Tucuruí	1,79 Aa	1,46 Ab

Fonte: Pesquisa de campo.

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Além dos substratos, o maior índice de velocidade de emergência das plântulas, proporcionados por esse método de quebra de dormência utilizado neste estudo, é de grande importância, pois facilita o processo de emergência, maiores valores de IVE poderão resultar na formação de mudas em menor tempo e, menor necessidade de permanência das mudas no viveiro.

Para a interação procedência e sombreamento, foi observado que o IVE para o lote Tucuruí foi superior ao lote Moju em todos os níveis de sombreamento em 29,86% (30% de sombreamento), 22,6% (50% de sombreamento) e 53,81% (0% de sombreamento) respectivamente (Tabela 4). No entanto, os diferentes níveis de sombreamento para a procedência Moju não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade. Entretanto, para o lote Tucuruí, houve diferença significativa entre os níveis de sombreamento, sendo maior o IVE para pleno sol (0% de sombreamento), não havendo diferença estatística para 30 e 50% de sombreamento para esta procedência (Tabela 4).

Tabela 4 – Índice de velocidade de Emergência (IVE) dos diferentes níveis de sombreamento em função da procedência⁽¹⁾.

Procedência	Sombreamento		
	30%	50%	0%
Moju	1,01Ba	1,13Ba	0,91Ba
Tucuruí	1,44 Ab	1,46 Ab	1,97 Aa

Fonte: Pesquisa de campo.

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.3.4 Crescimento e Qualidade de Mudanças

Na tabela 5 e 6 é apresentada a análise de variância para as características de qualidade de mudas. Foi observado na avaliação dos dados obtidos para procedência que ocorreu efeitos significativos somente para a variável altura da planta e diâmetro do colo, nas demais variáveis analisadas, não se observou efeitos significativos ao nível de 5% de probabilidade.

Os diferentes substratos utilizados neste experimento não influenciaram nas características de qualidade altura (H), diâmetro do colo (D), número de folhas (NF) e número de folíolos (Nfol). Os diferentes níveis de sombreamento exerceram efeito significativo para a variável H e Nfol. O período de tempo nas avaliações aos 15 e 60 dias teve efeito altamente significativo para todas as variáveis analisadas, sem exceção. As interações procedência e substrato, assim como procedência e níveis de sombreamento não foram significativos para nenhuma das variáveis analisadas. No entanto, para a interação procedência e período, foi observado efeitos significativos somente para altura da planta (Tabela 5).

Tabela 5 – Análise de variância para as características de qualidade de mudas de duas procedências de *P. multijuga*, cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e substrato aos 15 e 60 dias após a emergência das plântulas. H: altura da planta (cm); D: diâmetro do colo (mm); NF: número de folhas; Nfol: número de folíolos.
(Continua)

Fonte de Variação	H (cm)	D (mm)	NF	Nfol	
	N.S	N.S	N.S	N.S	
Procedência (P)	Moju	23,58	5,03	16,77	1,75
	Tucuruí	25,00	5,43	16,11	1,70

Tabela 5 – Análise de variância para as características de qualidade de mudas de duas procedências de *P. multijuga*, cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e substrato aos 15 e 60 dias após a emergência das plântulas. H: altura da planta (cm); D: diâmetro do colo (mm); NF: número de folhas; Nfol: número de folíolos.
(Conclusão)

Fonte de Variação		H (cm)	D (mm)	NF	Nfol
		N.S	N.S	N.S	N.S
Substrato (SU)	Bovino	24,37	5,27	16,10	1,75
	Frango	24,21	5,18	16,78	1,71
		P<0,05	N.S	N.S	N.S
Sombreamento (SO)	30%	25,70	5,23	16,96	1,72
	50%	26,33	5,30	17,09	1,78
	Pleno Sol (0%)	20,84	5,15	15,27	1,69
		P<0,05	N.S	N.S	N.S
Período (PE)	15 dias	18,84	4,23	8,84	1,00
	60 dias	29,73	6,23	24,04	2,45
P x SU		N.S	N.S	N.S	N.S
P x SO		N.S	N.S	N.S	N.S
P x PE		P<0,05	N.S	N.S	N.S
C. V (%)		10,57	11,61	10,45	14,5

Fonte: Pesquisa de campo

Nota: Significante a nível de (P<0,05), Não significativo (N.S), Coeficiente de Variação C.V(%).

Para as outras variáveis de características de qualidade de mudas como: massa seca de raízes (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação altura de parte aérea e diâmetro do colo (H/D), relação entre massa seca de parte aérea e raízes (RPAR) e índice de quociente de Dickson (IQD); foi observado na análise de variância que houve efeitos significativos para as variáveis MSPA, MST e RPAR para as procedências, não tendo efeito significativo para as demais variáveis.

Com relação ao substrato, foram observados efeitos significativos para MSR, MSPA e MST. Já para os níveis de sombreamento, somente não houve efeito significativo para MST. Para a interação procedência e substrato, houve efeitos significativos somente para as variáveis analisadas MSR, MST e RPAR. Entretanto, para a interação procedência e níveis de sombreamento foram significativas as variáveis MSPA e MST. Para a interação substrato e sombreamento, não houve efeitos significativos para nenhuma das variáveis estudadas, sem exceção (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de variância para as características de qualidade de mudas de duas procedências de *P. multijuga*, cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e substrato aos 60 dias após a emergência das plântulas. MSR: massa seca de raízes (g); MSPA: massa seca da parte aérea; MST: massa seca total; H/D: relação altura da parte aérea/diâmetro do colo; RPAR: relação entre a massa seca da parte aérea e raízes; IQD: índice de quociente de Dickson.

Fonte de Variação		MSR	MSPA	MST	H/D	RPAR	IQD
		N.S	P<0,05	P<0,05	N.S	P<0,05	N.S
Procedência (P)	Moju	1,096	3,318	4,414	4,894	3,271	0,556
	Tucuruí	1,083	3,803	4,952	4,754	3,903	0,609
		P<0,05	P<0,05	P<0,05	N.S	N.S	N.S
Substrato (SU)	Bovino	1,018	3,375	4,459	4,852	3,579	0,556
	Frango	1,160	3,746	4,907	4,796	3,594	0,610
		P<0,05	P<0,05	N.S	P<0,05	P<0,05	P<0,05
Sombreamento (SO)	30%	1,136	3,455	4,689	5,386	3,228	0,564
	50%	0,892	3,928	4,820	4,898	4,674	0,529
	Pleno Sol (0%)	1,240	3,299	4,539	4,188	2,859	0,656
P x SU		P<0,05	N.S	P<0,05	N.S	P<0,05	N.S
P x SO		N.S	P<0,05	P<0,05	N.S	N.S	N.S
SU x SO		N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
C. V (%)		14,63	11,62	13,03	21,96	19,17	18,26

Fonte: Pesquisa de campo

Nota: Significante a nível de (P<0,05), Não significativo (N.S), Coeficiente de Variação C.V(%).

4.3.4.1 Altura (H)

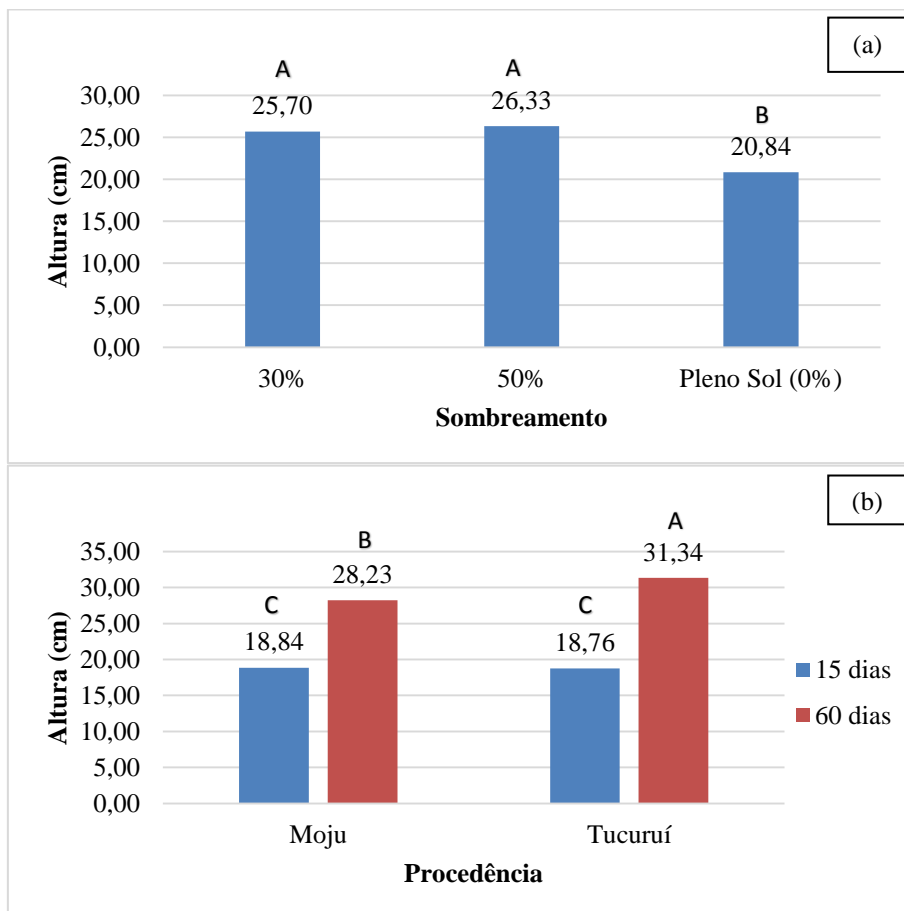
O comprimento de plântulas é uma das formas de verificar o vigor entre as diferentes amostras das sementes. Assim, as amostras com maiores valores de crescimento serão as mais vigorosas (NAKAGAWA, 1994).

Foi observado que para altura, os substratos avaliados não exerceram efeitos significativos. A escolha de alguns substratos podem tornar as plântulas menos vulneráveis às condições adversas do meio por emergirem mais rápido no solo e passarem menos tempo nos estádios iniciais de desenvolvimento (MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 1999). No entanto, avaliando-se o fator sombreamento, observou-se que os maiores valores em altura foram obtidos para os níveis de sombreamento de 30 e 50%, não havendo efeitos significativos entre estes em nível de 5% de probabilidade (Figura 2a). Ortega *et al* (2006) também observaram que sobre diferentes sombreamentos, a menor média na altura foi a das plantas submetidas a condição de pleno sol e de acordo com Poeter (1998) “este fato pode revelar menor necessidade de crescimento em altura pela busca da luz devido suficiente disponibilidade de recurso [...]”

Resultados semelhantes foram encontrados em *Copaifera langsoloffii* (DUTRA *et al.*, 2011), em que os níveis de sombreamento influenciaram significativamente a taxa de crescimento em altura. Segundo Moraes Neto *et al.* (2000) dentre os parâmetros utilizados para avaliar as respostas de crescimento de plantas à intensidade luminosa, o uso mais frequente é a altura da planta, visto que a capacidade em crescer rapidamente quando sombreadas é um mecanismo de adaptação, compreendendo em uma valiosa estratégia para escapar do sombreamento.

Já para a interação procedência e período, o lote de Tucuruí, apresentou plântulas maiores que a procedência de Moju, sendo encontrados maiores valores de altura no período de 60 dias. Para a procedência Moju, não houve efeito significativo em altura no período de 15 a 60 dias (Figura 2b).

Figura 2 - Médias de altura (cm) das plântulas de dois lotes de *P. multijuga*, o efeito isolado em níveis de sombreamento e no período de 15 e 60 dias.



Fonte: A autora.

*As médias acompanhadas pelas mesmas letras maiúsculas, apresentaram valores que não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade.

4.3.4.2 Diâmetro do Colo (D)

Houve variação do diâmetro do colo entre as diferentes procedências, sendo que a procedência do município de Tucuruí apresentou valores maiores em diâmetro (Figura 3a). Mudas com alto valor de diâmetro de coleto indica que haverá boa taxa de sobrevivência após o plantio, conforme Almeida *et al* (2005), uma vez que esse é um indicador das taxas de assimilação líquida de produtos da fotossíntese (GONÇALVES; SANTARELLI; MORAES NETO, 2000).

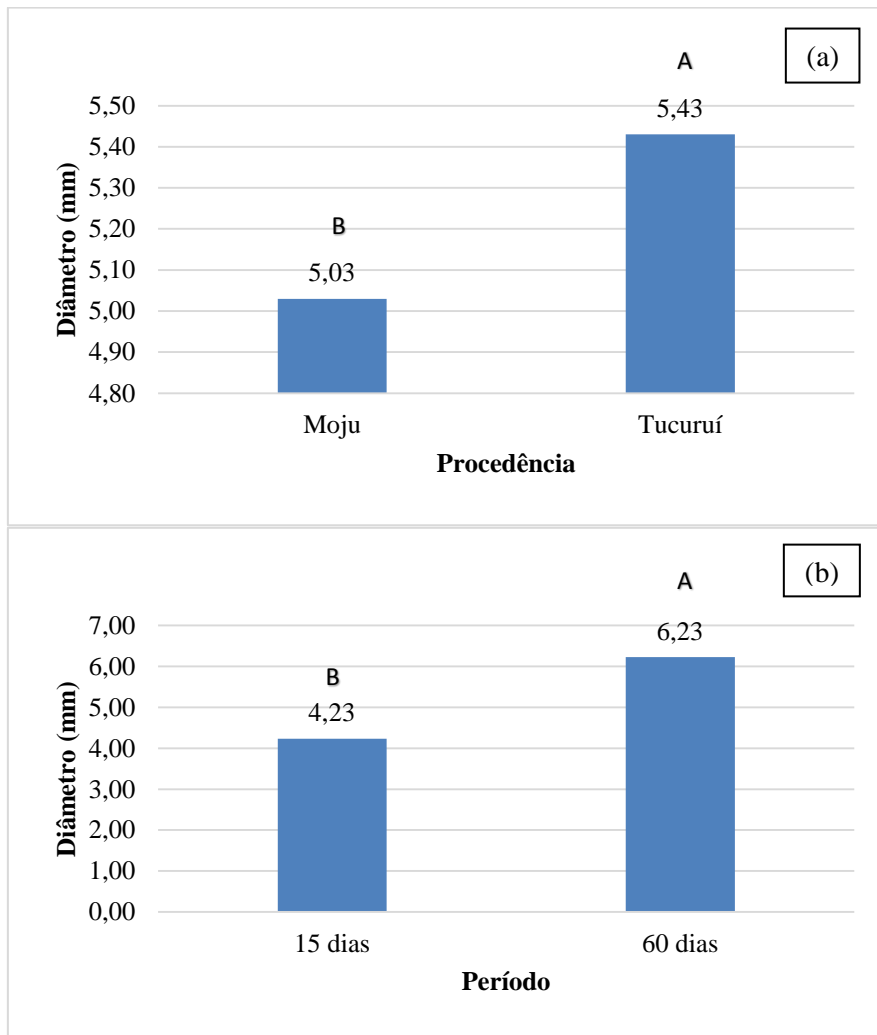
Os valores do diâmetro do colo não teve efeito significativo para os níveis de sombreamento e substrato. Esses resultados são diferentes aos encontrados *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth e *Sterculiafoetida* L. (CÂMARA; ENDRES, 2008), em que para ambas as espécies, as plantas expostas a 50% de sombreamento revelaram os valores mais altos quanto ao diâmetro do colo, seguindo-se as expostas a pleno sol. Assim como para Almeida *et al.* (2005) observaram que os maiores valores de diâmetro do colo ocorreram nessas mesmas condições para amoreira (*Macluratinctoria* (L.) D. Don. ExSteud.). Salgado *et al.* (2001), avaliando o crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Copaífera langsdorffii* Desf. submetidas à diferentes níveis de sombreamento em viveiro, constataram que o desenvolvimento do coleto em diâmetro foi menor nas plântulas crescendo em condições que simulavam um dossel fechado.

Houve variação do diâmetro do colo no período de 15 a 60 dias, sendo maior aos 60 dias. Este fator era esperado em função do desenvolvimento das plântulas de *P. multijuga* (Figura 3b).

O diâmetro do coleto é um parâmetro usado para avaliar desenvolvimento e qualidade de mudas em diferentes ambientes e encontra-se relacionado diretamente com o crescimento das plantas em altura e acréscimo de área foliar (REGO; POSSAMAI, 2006).

Para Koslowski (1962), o crescimento diamétrico em condições sombreadas mantém uma relação mais direta com a fotossíntese do que o crescimento em altura. De acordo com este autor, o crescimento em diâmetro das plantas depende, sobretudo, do balanço favorável entra a fotossíntese e a respiração.

Figura 3 - Médias de diâmetro do colo (mm) das plântulas de dois lotes de *P. multijuga* (3a) e avaliação do diâmetro no período de 15 e 60 dias (3b). Letras maiúsculas comparam a diferença entre os diferentes municípios e o crescimento em diâmetro aos 15 e 60 dias.

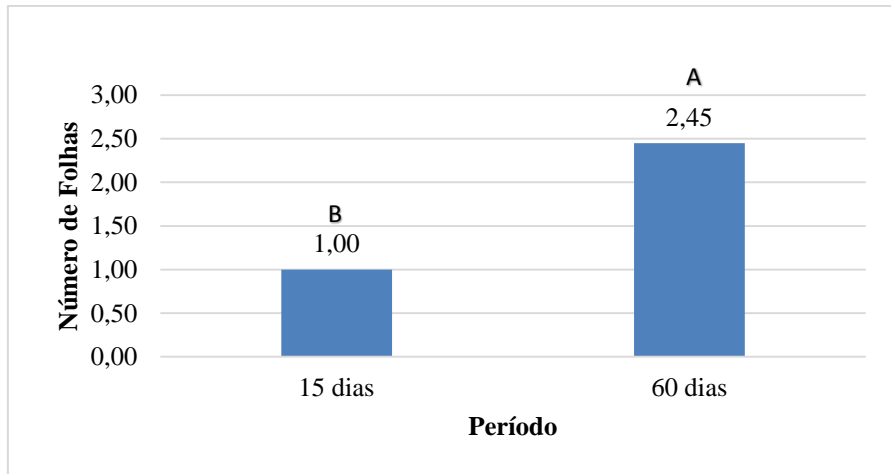


Fonte: A autora.

4.3.4.3 Número de Folhas e Folíolos

Houve efeito significativo somente para o período das avaliações, o qual para a variável número de folhas foi maior aos 60 dias (Figura 4). Não houve efeito significativo para as diferentes procedências, nem para os níveis de sombreamento e substratos. Campos e Uchida (2002), trabalhando com mudas de *Jacaranda copaíba* (Coroba), observaram um aumento no número de folhas nas mudas submetidas a um sombreamento de 30%, diferente dos resultados obtidos para a *P. multijuga*.

Figura 4 - Médias do número de folhas em função do tempo de Plântulas de *P. multijugaa* aos 15 e 60 dias. Letras maiúsculas comparam a diferença entre o número de folhas aos 15 e 60 dias.

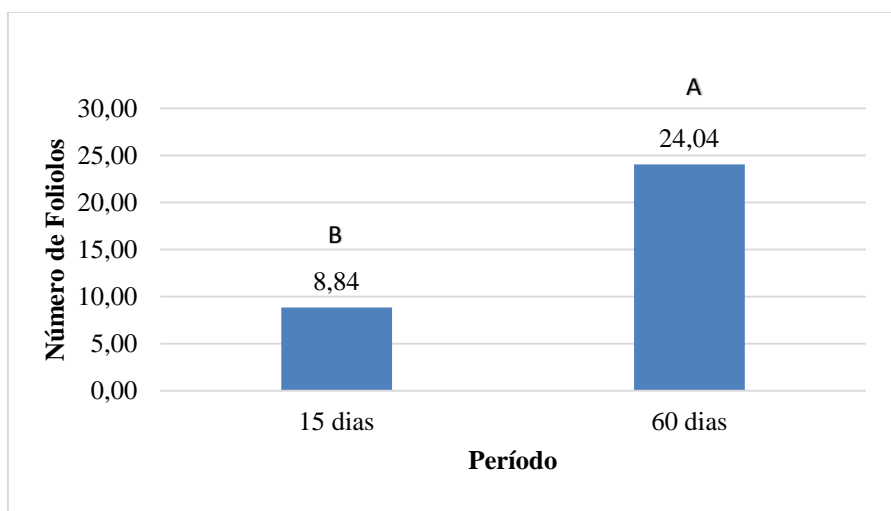


Fonte: A autora.

*As médias acompanhadas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas, apresentaram valores que não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade.

No entanto, para a variável número de folíolos, houve efeito significativo para os níveis de sombreamento e o período das avaliações (Figura 5^a e 5b). Observou-se que para os níveis de sombreamento de 30 e 50%, apresentaram um maior número de folíolos, quando comparados com as mudas submetidas a pleno sol, havendo efeito significativo entre eles ao nível de 5% de probabilidade.

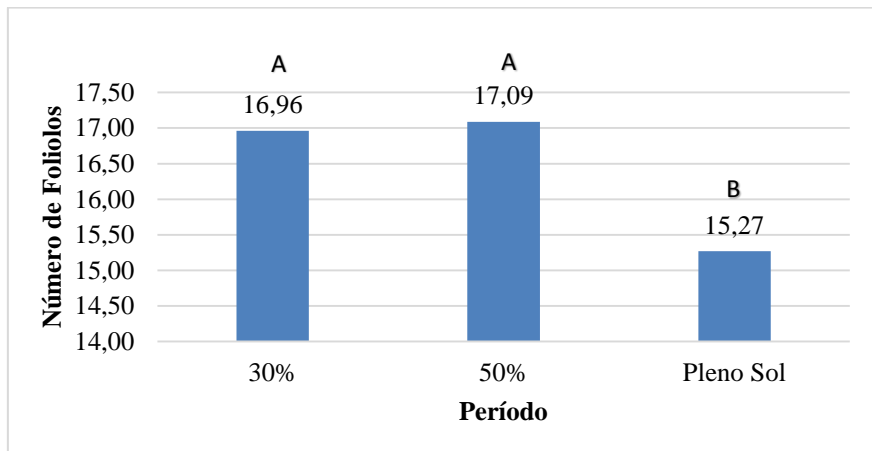
Figura 5a - Número de folíolos em função dos níveis de sombreamento (5a). Letras maiúsculas comparam a diferença entre o número de folíolos em diferentes níveis de sombreamento e também aos períodos de 15 e 60 dias.



Fonte: A autora.

*As médias acompanhadas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas, apresentaram valores que não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade.

Figura 5b - Período das avaliações (5b). Letras maiúsculas comparam a diferença entre o número de folíolos em diferentes níveis de sombreamento e também aos períodos de 15 e 60 dias.



Fonte: A autora.

*As médias acompanhadas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas, apresentaram valores que não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% probabilidade.

Segundo Lima *et al.* (2008), o processo fotossintético ocorre principalmente nas folhas, assim, as plantas que apresentam maior número delas têm maior disponibilidade de fotoassimilados.

O maior número de folíolos nos sombreamentos de 30% e 50% quando comparado com pleno sol, pode ser justificado segundo Partelliet *et al.* (2006), observaram que a maior área foliar implica em maior superfície de interceptação de luz, o que poderá resultar em taxas fotossintéticas mais elevadas, traduzindo-se num maior crescimento do vegetal.

4.3.4.4 Relação Altura e Diâmetro (H/D)

Para a relação altura da parte aérea e diâmetro do caule, houve efeito significativo somente para os níveis de sombreamento, não sendo significativo para procedência e nem para os substratos. Os níveis de sombreamento de 30% e 50% apresentaram média de 5,38 e 4,89, respectivamente, não diferindo estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade. Houve diferença estatística somente entre o sombreamento de 30% (média de 5,38) e pleno sol (média de 4,18). Portanto, os maiores valores da relação altura e diâmetro, foram obtidos para o nível de sombreamento de 30%.

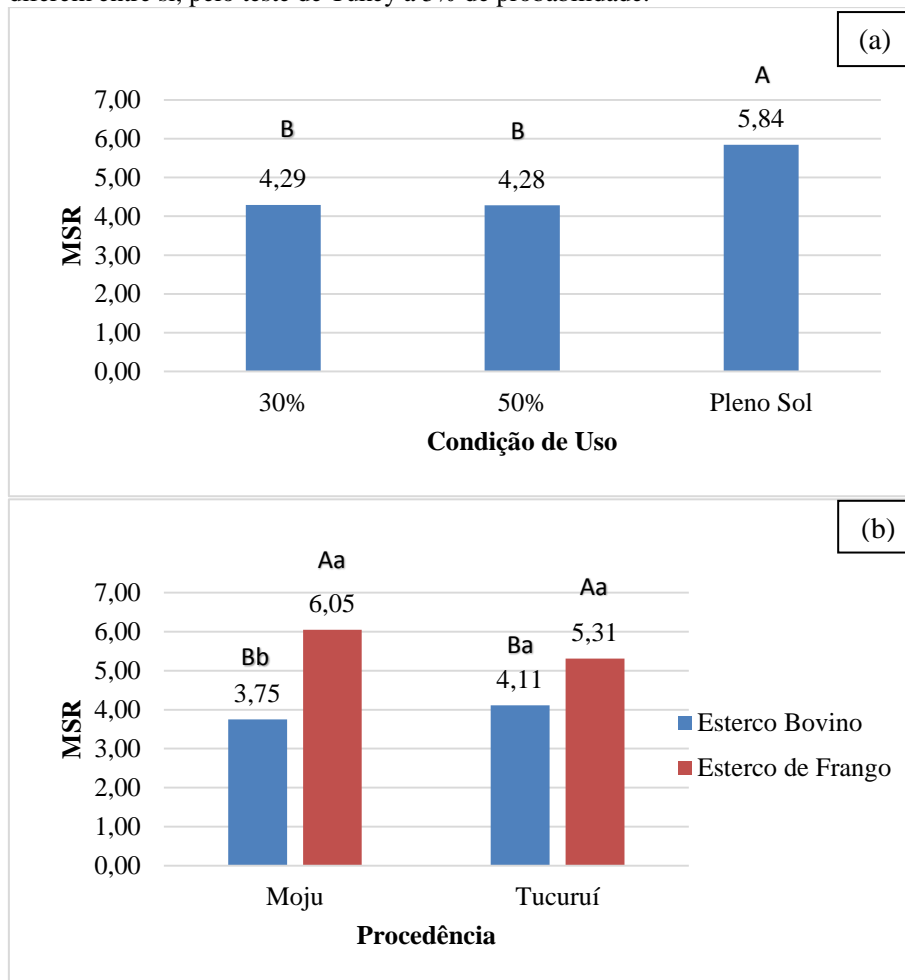
Carneiro (1995), estudando a produção e controle de qualidade de mudas florestais, indicou uma faixa ideal dentro ou próximo de 5,4 a 8,1 para esta relação H/D. Valores estes encontrados nos níveis de sombreamento de 30%.

Tanto a altura como o diâmetro são parâmetros de fácil mensuração, amplamente utilizados como indicador de qualidade de mudas (GOMES *et al.*, 2003), sendo de boa aceitação técnica, oferecendo excelente estimativa da predição do crescimento inicial no campo.

4.3.4.5 Massa Seca de Raízes (MSR)

O acúmulo de massa seca pelas plantas foi observado nas suas diferentes partes: raiz, caulículo, folhas e folíolos. Houve efeito significativo para os níveis de sombreamento, assim como para a interação entre as procedências e o substrato (Figura 6).

Figura 6 - Taxa de crescimento em massa seca de raiz em duas procedências de *P. multijuga* cultivadas em diferentes níveis de sombreamento (Figura 6a) e substratos (Figura 6b). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: A autora.

Para o sombreamento, os maiores valores de massa seca de raízes, foram obtidos em 30% de sombreamento (1,13 g. planta⁻¹) e pleno sol (1,24 g. planta⁻¹), não havendo diferença significativa entre eles. O menor valor foi encontrado para o sombreamento de 50% (0,89 g. planta⁻¹) (Figura 6a).

Observando-se a interação procedência e substrato, a utilização do esterco de frango produziu maior quantidade de massa seca de raízes quando comparado ao esterco bovino para a procedência de Moju. Na procedência de Tucuruí, observou-se que os maiores valores foram encontrados quando foi utilizado o esterco bovino. A maior quantidade de massa seca de raízes foi obtida pelo lote de Moju, com o substrato esterco de frango (Figura 6b).

Segundo Silva *et al.* (2007), plantas sob maior intensidade luminosa apresentam um maior acúmulo de massa seca na raiz permitindo uma maior absorção de água e nutrientes, estratégia que garantiria à planta a capacidade de suportar taxas mais elevadas de fotossíntese e transpiração em ambientes mais iluminados.

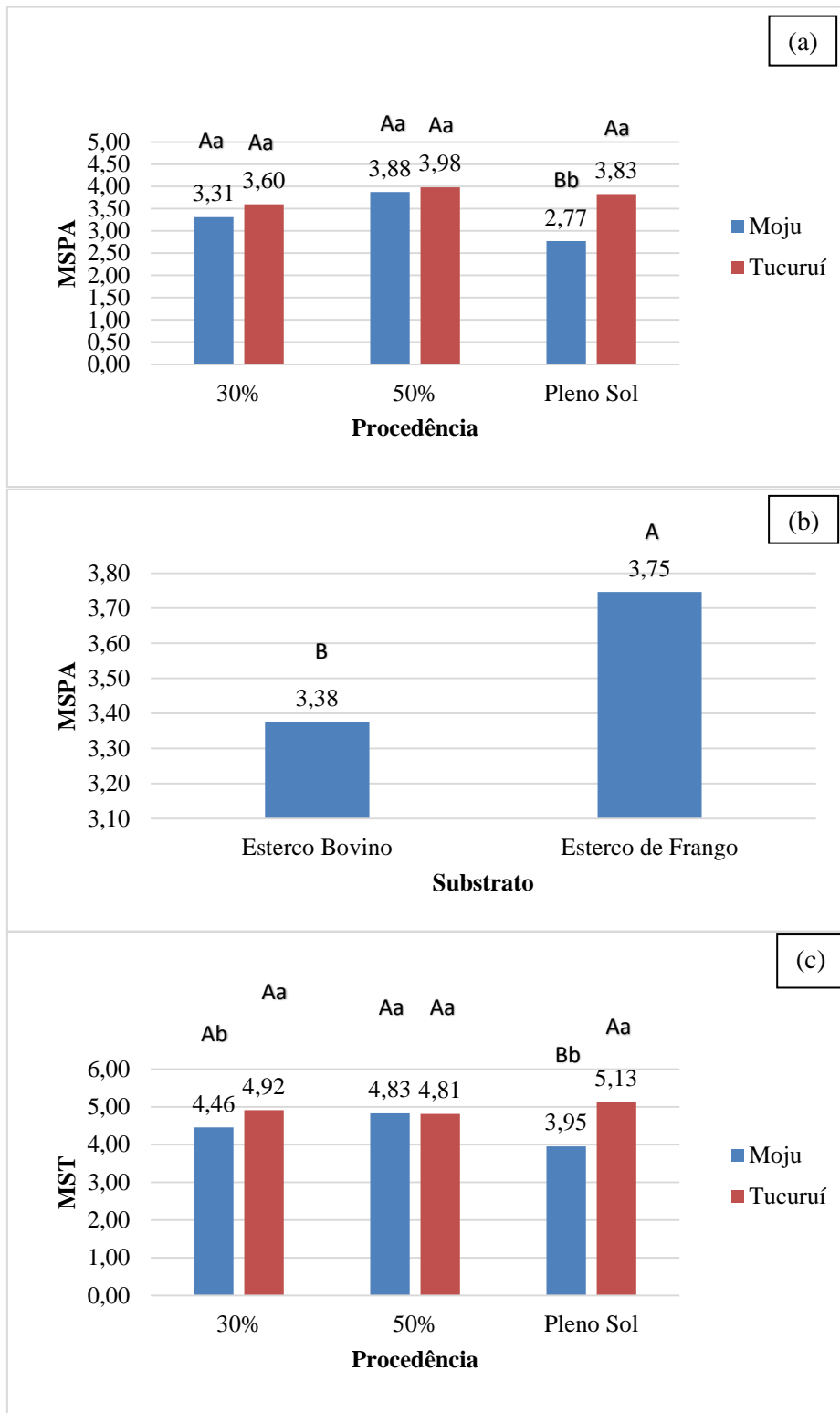
4.3.4.6 Massa seca de parte aérea (MSPA)

Houve efeito significativo para massa seca de parte aérea (MSPA) para as diferentes procedências, níveis de sombreamento e substratos; e, somente para a interação procedências e níveis de sombreamento. Os tratamentos com sombreamento influenciaram as plântulas em seu desenvolvimento, este fator foi importante no crescimento das plantas e refletiu nos teores de massa seca tanto da parte aérea quanto da raiz. Para o nível de sombreamento de 30%, a maior quantidade de matéria seca de parte aérea foi para o lote de Tucuruí, assim como para a condição de pleno sol; só não foram observados efeitos significativos entre as procedências, quando estas foram submetidas a 50% de sombreamento (Figura 7a).

Santos *et al.* (2014) e Azevedo *et al.* (2010) estudando diferentes níveis de sombreamento em *Ochroma pyramidale* e *Simarouba amara* Aubl., em viveiro, respectivamente, obtiveram resultados semelhantes aos obtidos com a *P. multijuga*, em que a matéria seca da parte aérea, não diferiu estatisticamente em sombreamentos de 30% e 50%.

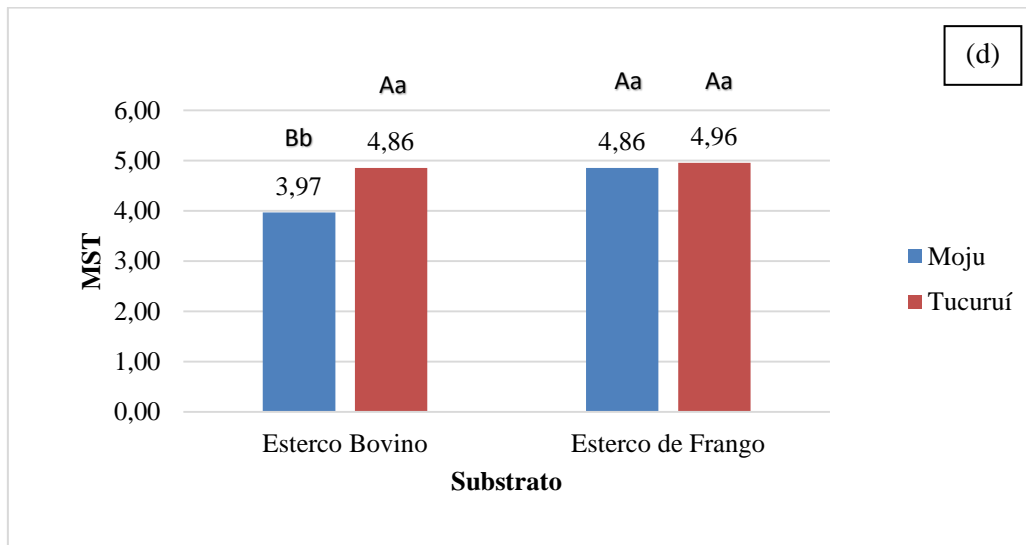
O crescimento satisfatório de algumas espécies em ambientes com diferentes disponibilidades luminosas pode ser atribuído à capacidade de ajustar, eficaz e rapidamente, seu comportamento fisiológico para maximizar a aquisição de recursos nesse ambiente (DIAS FILHO, 1997). A maior quantidade de massa seca de parte aérea encontrada foi quando se utilizou o esterco de frango como substrato (Figura 7b).

Figura 7 - Taxa de crescimento em massa seca de parte aérea e massa seca total em duas procedências de *P. multijuga* cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e substratos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: A autora.

Figura 7 - Taxa de crescimento em massa seca de parte aérea e massa seca total em duas procedências de *P. multijuga* cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e substratos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: A autora.

4.3.4.7 Massa Seca Total (MST)

Para a massa seca total houve efeito significativo para a interação entre a procedência e o substrato, sendo que os valores de massa seca total para o lote de Tucuruí não diferiram estatisticamente entre si para os níveis de sombreamento de 30%, 50% e pleno sol. Comparando as duas procedências, somente para o nível de sombreamento de 50%, não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade (Figura 7c).

Foi observado efeito significativo para a interação procedência e substrato, em que para o lote de Moju, os maiores valores de massa seca total foram obtidos quando utilizados o esterco de frango como substrato. No entanto, para o lote de Tucuruí, não foi observado diferença significativa na utilização do esterco bovino e frango (Figura 7d).

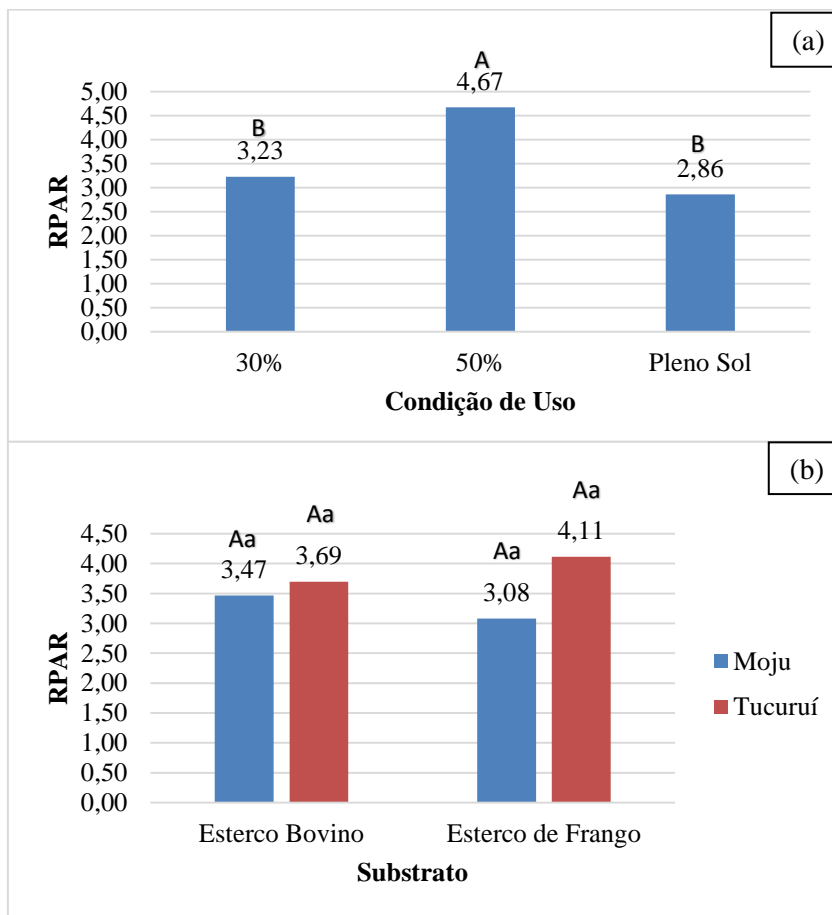
Observando somente o fator sombreamento em si, observou-se que não houve efeito significativo para a massa seca, pois existem espécies que apresentam elevada capacidade de aclimação sob diferentes níveis de sombreamento, como em *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Grisebach e *Zeihera tuberculosa* (Vell.) Bur (ENGEL; POGGIANI, 1990), *Ceiba Pentrandia* (E.) Gaertn. (PEDROSO; VARELA, 1995) devido apresentarem grande plasticidade morfológica em resposta ao sombreamento (ROSA, *et al.* 2009).

4.3.4.8 Relação Entre a Massa Seca de Parte Aérea e Raízes (RPAR)

Foi observado somente para a razão raiz e parte aérea que houve efeito significativo para os diferentes níveis de sombreamento, sendo que os maiores valores obtidos foram para 50% de sombreamento, não havendo diferença significativa para os níveis de sombreamento de 30% e pleno sol (Figura 8a). A diferença significativa na relação parte aérea/ sistema radicular, indicou que as mudas apresentaram padrão de distribuição da massa seca entre os dois órgãos, dependente do sombreamento durante o início do desenvolvimento (RESENDE *et al.*, 2011).

Para a interação procedência e substrato, os maiores valores encontrados para o lote Moju, foi para a o esterco bovino; no entanto, para o lote Tucuruí a maior quantidade para a RPAR foi para o esterco de frango (Figura 8b).

Figura 8 - Taxa de crescimento na relação raiz e parte aérea em duas procedências de *P.multijuga*, cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e substratos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

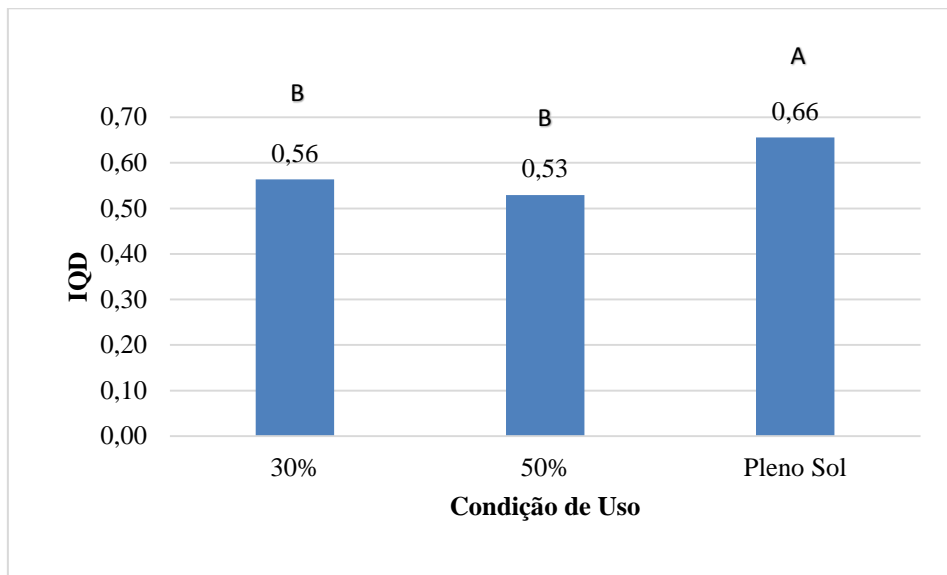


Fonte: A autora.

4.3.4.9 Índice de Quoficiente de Dickson (IQD)

A análise de variância das características de qualidade de mudas de *P. multijuga*, indicou efeito significativo entre os níveis de sombreamento para o Índice de Quoficiente de Dickson. Ressalta-se que os maiores valores para este índice foi observado quando as mudas estavam a pleno sol (0,65). Não houve efeito significativo para os níveis de 30% (0,56) e 50% (0,52) (Figura 9). Resultados diferentes foram encontrados para *Schizolobium amazonicum* Hurber ex Ducke (ROSA *et al.*, 2009), em que o maior índice de qualidade de Dickson foi encontrado para 30% de sombreamento (0,52).

Figura 9 - Índice de quoficiente de Dickson (IQD) em diferentes níveis de sombreamento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: A autora.

Chaves e Paiva (2004), estudando a influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de *Senna macranthera*, verificaram que o maior índice de qualidade de Dickson (3,73) ocorreu quando as mudas ficaram 105 dias sob sombreamento.

Gomes (2001), citando trabalhos de outros pesquisadores, afirmou que quanto maior o valor de IQD e menor o valor da relação H/MSPA, melhor será a qualidade da muda produzida.

4.4 Conclusão

- A emergência de plântulas de *P. multijuga* não foi influenciada pelos níveis de sombreamento e substratos testados, sendo que o maior valor de emergência foi obtido com o lote de Tucuruí;
- Na maioria das características avaliadas, a procedência do lote Tucuruí apresentou valores maiores quando comparados com a procedência do lote Moju;
- Com base no crescimento em diâmetro e na produção de matéria seca, conclui-se que a formação de mudas de *P. multijuga*, requer um sombreamento de 30% ou 50%, utilizando o substrato esterco de frango, sendo uma alternativa viável para a produção de mudas desta espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, M. V. *et al.* Composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong). **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.6, p.1019-1026, 2012.
- AGUIAR, F. F. A. *et al.* Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau – Brasil): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n.6, p. 871-875, 2005.
- ALEXANDRE, R. S. *et al.* Tratamentos físicos e químicos na superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.156-159, 2009.
- ALMEIDA, S. M. Z. *et al.* Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.
- ARAÚJO, M. N.; DANTAS, B. F.; PELACANI, C. R. Teor de água sobre a germinação de sementes de angico. *In*: Simpósio de Redes de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, v.25, p. 412-413, Cruz das Almas, BA, UFRB. **Anais**, IRGVNE, nov. 2013.
- AYRES, M. *et al.* dos. **BioEstat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2007. 364 p. il.
- AZEVEDO, I. M. G. *et al.* O estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simamourea amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 157-164, 2010.
- BIANCHETTI, A. **produção e tecnologia de sementes de essências florestais**. Curitiba: EMBRAPA/UFRPFCS, 1981. 22p.
- BOENE, H.C.A.M. *et al.* Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v.43, n.3, p.407 - 420, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CÂMARA, C. de L.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpiniiifolia*Benth. E *Sterculiafoetida*L. Sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, 2008.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 415p.

- CARVALHO, N. O. S. *et al.* Crescimento inicial de plantas de lircuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.30, n. 3, p. 351 – 357, 2006.
- CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad) Irwin et Barn.). **Scientia Florestalis**, n. 65, p. 22-29, 2004.
- CUNHA, A. O. *et al.* Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D. C.) Standl. **Revista Árvore**, v. 29, n. 04, p. 507-516, 2005.
- DARDENGO, D. M. C. J. D. *et al.* Crescimento e Qualidade de mudas de café conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. **Coffe Science**, Lavras, v.8, n.4, p. 500-509. Out./dez. 2013
- DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. To contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 8, p. 789-796, 1997.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.
- DUTRA, T. R. *et al.* Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p.321-329, 2012.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais**. IPEF, n. 43/44, p. 1-10, 1990.
- FELFILI, J. M. *et al.* Comportamento de plântulas de *Sclerobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, p. 297-301, 1999.
- FONSECA, E DE P. *et al.* Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, n.4, p. 515-523, 2002.
- FREITAS, T. P. **Propagação de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* Mattos) por miniestaqui**. 2012. 88f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. 2012.
- GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2011. 126 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001.
- GOMES, J. M. *et al.* Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, 27:113-127. 2003.

GONÇALVES, J. L.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P. 2000. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. *In*: Gonçalves; Benedetti. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 310-350.

GONDIN, J. C. *et al.* Emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Casealpinaceae) em diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.2, p. 329-338, 2015.

HOPKINS, H.C. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). Flora Neotropica: New York Botanical Garden, New York, Monograph n.43, p. 93-98. 1986.

ILLENSER, R.; PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.16, n.4, p.385-394, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Disponível em: <<http://clima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2015.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. de. Produção de mudas de aroeira (*Schinustere binthifolius* Raddi) para a recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Revista Cerne**, Lavras, v.11, n.2, p.187-196, 2005.

KOSLOWSKI, T. T. **Tree growth**. New York: Ronald Press, 1962. p.144-170.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calatropisprocera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, p. 263-284, 1976.

LIMA, J. D. *et al.* Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesal piniiferrea* Mart. ExTul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v.38, n.1, p.5-10, 2008.

LINHARES, M. N. **Interação entre armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de paricá (*Schizolobiumamazonicum* Huber exDucke)**. 2000. 49f. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Belém. 2000.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**. Viçosa, MG, v.31, n.5, p.835-843, 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas no Brasil**. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. p. 199.

MAGUIRE, J. D. Speed germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

MALAVASI CONTRO, U.; MALAVASI MATOS, de M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordiatrichotoma* (Vell.) Arrab. ExSteud e Jacaranda micranta Cham. **Ciência Florestal**, v.16, n.1, p.11-16, 2006.

- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005, p.477.
- MARQUES, A. S. J.; VARELA, V. P; MELO, Z. L.O. Influência da cobertura e do sombreamento do canteiro na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de pau-rosa (*Anibarosaeodora*). **Acta amazônica**, v. 29, n.2, p.303-312, 1999.
- MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (*Leguminosae*)). **Revista Árvore**, v.32, p.633-639, 2008.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes – *Palmae*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 164-173. 1999.
- MORAES NETO, S. P. *et al.* 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.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. *In*: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. P. 49 – 85.
- ORTEGA, A. R. *et al.* Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Cerne**, v.12, n.3, p.300-308, 2006.
- PARTELLI, F. L. *et al.* Estimativa da área foliar do cafeeiro conilon a partir do comprimento da folha. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 306, p. 204-210, 2006.
- PEDROSO, S. G.; VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumaúma (*Ceiba pentrandra* (E) Gaertn.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 1, p. 47-51, 1995.
- POOTER, L. Growth responses of 15 rain forest tree species to a light gradient: there lative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology** 13: 396-410.1998
- POPINIGIS, F. **Qualidade fisiológica de semente**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura-AGIPLAN, 1977. 289p.
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial de Jequitibá-Rosa. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 53, p. 179-194, 2006.
- RESENDE, S. V. *et al.* Influência da luz e substrato na germinação e desenvolvimento inicial de duas espécies de *Calliandra*Benth. (*Mimosoideae* – *Leguminosae*) endêmicas da chapada diamantina, Bahia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 1, p. 107-117, 2011.
- ROCHA, S.C. *et al.* Micropropagação da *Cabralea canjerana*. **Revista Árvore**, v.1, n.31, p.43-50, 2007.

ROSA, L. dos. S. *et al.* Emergência, crescimento e padrão de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 52, p. 87–98, 2009.

ROWEDER, C. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de Cedro (*Cedrellaodorata*, L. – Meliaceae) e Mogno (*Swieteniamacrophylla*King – Meliaceae) em diferentes condições de luminosidade, substratos e recipientes.** 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Acre, 2011.

SALGADO, M. A. S. *et al.* Crescimento e repartição de biomassa de plântulas de *Copaifera langsdorffi* Desf. submetidas a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 70, p. 13-21, 2001.

SANTOS, R.P. **Características morfoanatômicas, fisiológicas e bioquímicas de sementes de *Parkia multijuga* (Willd.) Benth (Fabaceae-Momosoideae) submetidas a diferentes temperaturas.** 2012. 114f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, Manaus, 2012.

SANTOS, U. F. *et al.* Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochromapyramidale*). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 129-136, 2014.

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

SILVEIRA, E. L. **Morfometria, morfologia de frutos, sementes e plântulas e produção de mudas de macacaporanga (*Anibafragrans*Ducke – Lauraceae).** 2008. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008.

SIMÕES, D.; GOMES da SILVA, R. B.; RIBEIRO da SILVA, M. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Ciência Florestal**, n.22, p.91-100, 2012.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v.23, n. 4, p. 627-633, 2005.