



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE
Parkia platycephala Benth.

ROMÁRIO BEZERRA E SILVA

Recife - PE
Fevereiro - 2015

ROMÁRIO BEZERRA E SILVA

ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE
Parkia platycephala Benth.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais, Área de concentração: Silvicultura.

Orientadora: Profa. Dra. Valdevez Pontes Matos

Co-Orientador: Prof^a. Dr^a. Edilma Pereira Gonçalves

Recife – PE
Fevereiro – 2015

Ficha catalográfica

S586e Silva, Romário Bezerra e
Ecofisiologia da germinação de sementes e
produção de
mudas de *Parkia platycephala* Benth / Romário Bezerra
e
Silva. – Recife, 2015.
83 f. : il.

Orientador(a): Valderez Pontes Matos.
Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências
Florestais) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco,
Departamento de Ciências Florestais, Recife, 2015.
Referências.

1. Vitalidade 2. Substrato 3. Plantas - Efeito da
Temperatura 4. Fotoperíodo 5. Espécie nativa I. Matos,
Valderez Pontes, orientador II. Título

CDD 634.9

ROMÁRIO BEZERRA E SILVA

ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE

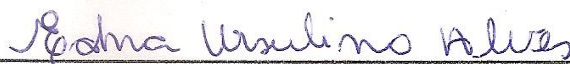
Parkia platycephala Benth.

Aprovado em: 26 / 02 / 2015

Banca Examinadora:



Profa. Dra. Valdevez Pontes Matos
(DEPA/UFRPE)



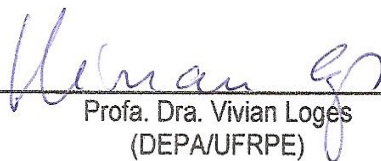
Profa. Dra. Edna Ursulino Alves
(CCA/UFPB)



Dr. Antonio Félix da Costa
(Instituto Agronômico de Pernambuco-IPA)



Dra. Katiane da Rosa Gomes da Silva
(DCR/IPA)



Prof. Dra. Vivian Logés
(DEPA/UFRPE)

À minha Noiva, Séfora Gil, pelo incentivo, amor, compreensão e força durante o trabalho.

OFEREÇO.

À minha família, José da Silva, Maria do Socorro Bezerra, Raissa Maritein e Roaga Bezerra, que sempre me apoiaram em todos os momentos;

À minha orientadora Profa. Dra. Valderez Pontes Matos, pelo apoio e ensinamentos durante essa etapa da minha formação acadêmica.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência, proteção e presença constante em todos os momentos da minha vida, guiando-me e sempre me encorajando para superar as dificuldades encontradas nessa caminhada

Aos meus pais, José da Silva Filho e Maria do Socorro B. S. e Silva e minhas irmãs Raissa M. B. e Silva e Roaga Bezerra e Silva que foram os maiores incentivadores desta minha jornada e que não permitiram que desistisse nos momentos de incerteza, insegurança e desânimo.

À Professora Dra. Valderéz Pontes Matos, pelo apoio, orientação e tolerância durante a execução deste trabalho.

A todos os meus primos, tias e tios, demais familiares que sempre torceram por mim.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGCF/ UFRPE) pela oportunidade oferecida e a Universidade Federal do Piauí pelo suporte físico oferecido para o desenvolvimento dos experimentos.

A minha Co-orientadora Prof^a. Dr^a. Edilma Pereira Gonçalves pelas colaborações ao nosso trabalho.

Aos Professores presentes na Banca da Tese, Profa. Dra. Edna Ursulino Alves (CCA/UFPB), Dr. Antonio Félix da Costa (IPA), Dra. Katiane da Rosa Gomes da Silva (DCR/IPA) e Vivian Loges (DEPA/UFRPE), pelas sugestões e contribuições significativas.

Aos colegas de turma da Pós-Graduação, especialmente a Aldení, Lamartine, Séfora, Aline, Francisco das Chagas, Rubeni e Iran pela sólida amizade que construímos.

Aos meus colegas do Laboratório de Sementes, em especial a Elane, Helder, Lúcia, Itamar, Jamile, Ana Patrícia, Cássia e Narciso, pela amizade e apoio na realização dos experimentos.

A todos os estagiários e alunos do curso de Engenharia Floresta da UFPI, em particular a Temístocles, Raul, Jorge Afonso, Jefferson, Gustavo, Mak Rony e Caio Varonil, que me auxiliaram em todas as etapas realizadas neste estudo.

A todos aqueles que contribuíram com a realização deste trabalho.

A todos vocês,

Muito Obrigado!

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

Theodore Roosevelt.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE.....	11
2.2. FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO E O CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS.....	12
2.2.1. Substrato e temperatura.....	12
2.2.2. Água.....	14
2.2.3. Estresse hídrico.....	15
2.2.4. Estresse salino.....	17
2.2.5. Luz.....	18
2.3. PRODUÇÃO DE MUDAS.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. OBTENÇÃO DAS SEMENTES E LOCAL DE CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	24
3.2. DETERMINAÇÕES PRELIMINARES.....	24
3.2.1. Teor de água.....	24
3.2.2. Peso de mil sementes.....	24
3.2.3. Número de sementes por quilograma.....	24
3.3. EXPERIMENTO I: EFEITO DO SUBSTRATO E TEMPERATURA.....	25
3.4. EXPERIMENTO II: FOTOPERÍODO.....	25
3.5. EXPERIMENTO III: EFEITO DO UMEDECIMENTO DO SUBSTRATO.....	25
3.6. EXPERIMENTO IV e V: EFEITO DOS ESTRESSES SALINO E HÍDRICO..	26
3.7. VARIÁVEIS AVALIADAS (EXPERIMENTOS I ao V).....	26
3.7.1. Germinação.....	26
3.7.2. Vigor.....	27
3.7.2.1. Índice de velocidade de germinação.....	27
3.7.2.2. Tempo médio de germinação.....	27
3.7.2.3. Comprimento da raiz primária e da parte aérea.....	27
3.7.2.4. Massa seca do sistema radicular e da parte aérea.....	27

3.8. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS (EXPERIMENTOS I ao V).....	27
3.9. EXPERIMENTO VI: PRODUÇÃO DE MUDAS.....	28
3.9.1. Variáveis analisadas.....	29
3.9.2. Delineamento experimental e análises estatísticas.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. EFEITO DO SUBSTRATO E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE <i>Parkia platycephala</i> Benth.....	30
4.2. EFEITO DO FOTOPERÍODO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE <i>Parkia platycephala</i> Benth.....	36
4.3. EFEITO DO UMEDECIMENTO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE <i>Parkia platycephala</i> Benth.....	39
4.4. EFEITO DO ESTRESSE SALINO.....	42
4.5. EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO.....	44
4.6. PRODUÇÃO DE MUDAS.....	48
5. CONCLUSÕES.....	62
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Aspectos gerais da árvore (A), frutos (B) e inflorescência (C) de <i>Parkia platycephala</i> Benth. Fonte: Google.....	11
FIGURA 2. Germinação (%) de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth. submetidas a diferentes fotoperíodos. CV(%) = 15,23.....	36
FIGURA 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth. submetidas a diferentes fotoperíodos. CV(%) = 14,56.....	37
FIGURA 4. Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth. submetidas a diferentes fotoperíodos. CV(%) = 4,42.....	37
FIGURA 5. Comprimento (cm) da raiz principal e da parte aérea de plântulas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., oriundas de sementes submetidas a diferentes fotoperíodos. CV(%) = 9,19 e 8,02, respectivamente.....	38
FIGURA 6. Massa seca (mg) do sistema radicular e da parte aérea de plântulas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., oriundas de sementes submetidas a diferentes fotoperíodos. CV(%) = 9,70 e 10,60, respectivamente.....	39
FIGURA 7. Germinação (%), Índice de velocidade de germinação (IVG) e Tempo médio de germinação (dias) de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth. submetidas a diferentes níveis de umedecimento do substrato vermiculita. CV(%) = 16,69; 17,73 e 3,93, respectivamente.....	40
FIGURA 8. Comprimento (cm) da raiz primária e da parte aérea de plântulas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de umedecimento do substrato vermiculita. CV(%) = 11,09 e 12,62, respectivamente.....	41
FIGURA 9. Massa seca (mg) do sistema radicular e da parte aérea de plântulas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de umedecimento do substrato vermiculita. CV(%) = 14,05 e 9,59, respectivamente.....	42
FIGURA 10. Porcentagem de germinação (A), Índice de velocidade de Germinação (IVG) (B) e Tempo Médio de Germinação (TMG) (C) de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth., em função de diferentes concentrações em soluções de CaCl ₂ , KCl e NaCl.....	43
FIGURA 11. Comprimento de raiz (A), Comprimento da parte aérea (B); Massa seca da raiz (C), Massa seca da parte aérea (D) de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth., em função de diferentes concentrações em soluções de CaCl ₂ , KCl e NaCl.....	44
FIGURA 12. Porcentagem de germinação (A); Índice de velocidade de Germinação (IVG) (B) e Tempo Médio de Germinação (TMG) (C) de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth., em função de	

diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000).....	45
FIGURA 13. Comprimento de raiz (A), Comprimento da parte aérea (B); Massa seca da raiz (C), Massa seca da parte aérea (D) de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth., em função de diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000).	47

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Análises químicas de amostras dos substratos usados para produção de mudas de <i>Parkia platycephala</i> Benth.....	28
TABELA 2. Germinação (%) de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....	31
TABELA 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....	31
TABELA 4. Tempo médio de germinação (dias) das sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....	32
TABELA 5. Comprimento da raiz primária (cm) das plântulas oriundas da germinação de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....	33
TABELA 6. Comprimento da parte aérea (cm) das plântulas oriundas de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....	34
TABELA 7. Massa seca da raiz primária (mg/plântula) das plântulas oriundas da germinação de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....	34
TABELA 8. Massa seca da parte aérea (mg/plântula) das plântulas oriundas da germinação de sementes de <i>Parkia platycephala</i> Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....	35
TABELA 9. Resumo da análise de variância da emergência e das características morfológicas das mudas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., avaliadas aos 120 dias após a semeadura.....	49
TABELA 10. Emergência (%) de plântulas de <i>Parkia platycephala</i> Benth. em função da interação ambientes x substratos x recipientes.....	50
TABELA 11. Valores médios de altura (cm) da parte aérea de mudas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes...	52
TABELA 12. Diâmetro (mm) do coleto de mudas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes.....	54
TABELA 13. Comprimento (cm) da raiz principal de mudas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes.....	56

TABELA 14. Número de folhas de mudas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes.....	57
TABELA 15. Massa seca (g) da parte aérea de mudas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes.....	60
TABELA 16. Massa seca (g) do sistema radicular de mudas de <i>Parkia platycephala</i> Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes.....	61

SILVA, ROMÁRIO BEZERRA. Ecofisiologia da germinação de sementes e produção de mudas de *Parkia platycephala* Benth. 2015. Orientadora: Profa. Dra. Valderez Pontes Matos. Co-orientadora: Profa. Dra. Edilma Pereira Gonçalves.

RESUMO

A pesquisa foi realizada como o objetivo de gerar conhecimentos relacionados à ecofisiologia da germinação de sementes e produção de mudas da *P. platycephala*. O trabalho foi dividido em seis experimentos. Para avaliar o efeito do substrato e da temperatura, as sementes foram semeadas entre os substratos: vermiculita, areia, pó de coco, bagaço da cana-de-açúcar, tropstrato®, papel toalha (organizado em rolos) e papel mata-borrão e nas temperaturas constantes de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C, e temperaturas alternadas de 20 – 30°C e 25 - 35°C distribuídas em caixas plásticas transparentes (11 x 11 x 3,5 cm), todos sob luz contínua. Para avaliar o efeito do fotoperíodo, as sementes foram semeadas no substrato vermiculita e expostas em quatro regimes de luminosidade: luz contínua, escuro contínuo, fotoperíodos: 8h de luz/16h de escuro e 12h de luz/12h escuro, em B.O.D. regulada na temperatura de 25-35°C. Para avaliar o efeito do umedecimento do substrato vermiculita, este foi umedecido com solução de nistatina a 0,2% em diferentes volumes de água: 50, 60, 70, e 80% da sua capacidade de retenção de água. Quanto ao efeito do estresse salino, as sementes foram semeadas no substrato papel mata-borrão umedecido com soluções: 0, 25, 50, 75, 100, 150 e 200 mM de NaCl, KCl e CaCl₂. Para avaliar o efeito do estresse hídrico, o substrato foi umedecido com soluções de polietilenoglicol (PEG 6000), utilizando-se os seguintes níveis de potencial osmótico: 0; -0,05; -0,1; -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa. foram avaliados as seguintes variáveis: germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio da germinação (TMG), comprimento da raiz primária e da parte aérea, e massa seca do sistema radicular e da parte aérea. Para produção das mudas da espécie estudada, foram produzidas em condições de viveiro testando-se os substratos vermiculita, pó de coco, tropstrato e bagaço de cana, todos em mistura com composto orgânico (esterco bovino) na proporção de 1:1, em diferentes recipientes: saco plástico com capacidade de 1,5 L e tubetes de 110 cm³, nos níveis de luminosidade: 25, 50, 75% e a pleno sol. Neste experimento foram analisadas as seguintes variáveis: porcentagem de emergência, diâmetro do coleto (mm), número de folhas, altura da planta (cm), comprimento da raiz principal, massa seca do sistema radicular e da parte aérea (mg). Para realização de testes de germinação e vigor da espécie estudada recomenda-se temperatura alternada de 25-35°C combinada com o substrato vermiculita. Quanto ao fotoperíodo constatou-se um melhor desempenho em condições de escuro, podendo a espécie ser classificada como fotoblásticas neutras. Para umedecimento do substrato não observou-se diferença entre os tratamentos testados para maioria das variáveis, porém o umedecimento com 70% da capacidade de retenção do substrato proporcionou valores superiores para todas as variáveis analisadas. A germinação e o vigor de sementes de *P. platycephala* mantêm-se elevados até a concentração de 100 mM. A espécie em estudo não tolera o estresse hídrico simulado por PEG 6000. O recipiente saco de polietileno combinado com o substrato esterco + tropstrato (1:1) em ambiente protegido com tela de sombrite de 25 e 50% podem ser recomendados para a produção de mudas de *P. platycephala*.

Palavras-chave: vigor, substrato, temperatura, fotoperíodo, umedecimento, espécie nativa.

SILVA, ROMÁRIO BEZERRA. Ecophysiology of seed germination and seedling production of *Parkia platycephala* Benth. 2015. Advisor: Profa. Dra. Valderez Pontes Matos. Co-leaders: Profa. Dra. Edilma Pereira Gonçalves.

ABSTRACT

The survey was conducted as the goal of generating knowledge related to the physiological ecology of seed germination and seedling production of *P. platycephala*. The work was divided into six experiments. To evaluate the effect of substrate and temperature, the seeds were sown between the substrates: vermiculite, sand, coconut fiber, bagasse from cane sugar, tropstrato®, paper towels (arranged in coils) and blotting paper and at constant temperatures of 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40°C, alternating temperatures of 20 - 30 and 25 - 35°C distributed in transparent plastic boxes (11 x 11 x 3.5 cm), all under continuous light. To evaluate the effect of photoperiod, the seeds were sown in vermiculite and exposed in four luminosity conditions: continuous light and continuous dark, photoperiod: 8h light / 16h dark and 12h light / 12h dark in BOD regulated in temperature of 25 - 35°C. To evaluate the effect of wetting vermiculite, this was moistened with nystatin 0.2% solution in water of different volumes: 50, 60, 70, and 80% of its water holding capacity. As to the effect of salt stress, the seeds were sown on paper substrate blotter moistened with solutions: 0, 25, 50, 75, 100, 150 and 200 mM NaCl, KCl and CaCl₂. To evaluate the effect of water stress, the substrate was moistened with polyethylene glycol solutions (PEG 6000), using the following levels of osmotic potential: 0; -0.05, -0.1; -0.2; -0.4; -0.6 -0.8 MPa and. were evaluated the following variables: germination (%), germination speed index (GSI), average germination time (AGT), primary root and shoot length and dry mass of roots and shoots. For production of seedlings of the studied species, were produced in nursery conditions testing the vermiculite, coconut powder, tropstrato and sugar cane bagasse, all mixed with compost (manure) in the ratio 1:1, in different containers: plastic bag with 1.5 liter capacity and tubes of 110 cm³, in light levels: 25, 50, 75% and full sun. In this experiment the following variables were analyzed: emergency percentage, stem diameter (mm), number of leaves, plant height (cm), main root length, dry weight of root and shoot (mg). To perform germination and vigor of the studied species is recommended alternating temperature of 25-35°C combined with the substrate vermiculite. The photoperiod was found to perform better in dark conditions, the species can be classified as neutral photoblastic. For substrate wetting no difference was observed between the treatments tested for most variables, but moistening with 70% of the substrate holding capacity provided higher values for all variables. The germination and vigor of *P. platycephala* seeds remain high until the concentration of 100 mM. The species studied does not tolerate water stress by PEG 6000. The container bag of polyethylene combined with manure substrate + tropstrato (1:1) in a greenhouse with shading screen 25 and 50% can be recommended for the production of seedlings of *P. platycephala*.

Keywords: force, substrate, temperature, photoperiod, wetting, native species.

1. INTRODUÇÃO

Os recursos florestais brasileiros vêm sendo amplamente explorados de forma desordenada, principalmente pela retirada de produtos florestais madeireiros. A falta de articulação dos órgãos gestores e de coordenação, além da escassez de recursos financeiros e humano para gerenciamento das ações relativas ao uso e exploração destes recursos, tem contribuído para agravar a situação (DONAIRE, 1999). Tal exploração, aliada à fragmentação dos ecossistemas florestais, tem gerado a perda da variabilidade genética de muitas espécies florestais nativas de elevado potencial econômico e ambiental (SATO et al., 2008).

Diante deste cenário, vem se observando uma maior conscientização da população relacionada às questões ambientais, aliado ao fortalecimento de políticas públicas com ênfase na conservação e recuperação/restauração florestal. Como reflexo disso, tem ocorrido aumento da demanda de sementes e mudas de espécies florestais nativas, que constituem insumos básicos nos programas de recuperação/restauração florestal, estabelecimento de bancos de germoplasma, programas de melhoramento e plantios econômicos para exploração de produtos madeireiros e não-madeireiros (CARVALHO; SILVA; DAVIDE, 2006; KISSMANN et al., 2008; SOUZA et al., 2012).

Tendo em vista que a grande maioria dessas espécies é propagada via sementes, torna-se indispensável o conhecimento a respeito das necessidades ecofisiológicas na germinação de sementes e produção de mudas de boa qualidade, pois o sucesso no estabelecimento das espécies depende da habilidade das plântulas tolerarem as condições adversas do meio. E, muitas vezes, por não se conhecer as necessidades ecofisiológicas das espécies, as mesmas são empregadas em locais com condições climáticas e edáficas inadequadas, o que acaba resultando em insucessos, a exemplo de operações de recuperação/restauração florestal.

Na germinação de sementes, é essencial conhecer as condições ideais para que este processo ocorra normalmente, principalmente pelo fato de que as espécies podem apresentar respostas variadas em função de diferentes fatores, como dormência, viabilidade, condições ambientais, que envolve água, luz, temperatura oxigênio e ausência de patógenos, associados ao tipo de substrato utilizado (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As Regras para a Análise de Sementes (BRASIL, 2009) estabelecem normas para a condução do teste de germinação, compreendendo, necessariamente, o substrato a ser utilizado e as exigências quanto à disponibilidade de água, luz e temperatura. Contudo, os conhecimentos relativos ao teste de germinação de sementes de espécies florestais brasileiras não estão devidamente estabelecidas nem contidas nas regras, impedindo assim a utilização de métodos de análise seguros e padronizados.

Dentre os componentes do teste de germinação, o substrato a ser utilizado é de fundamental importância, pois atua como suporte onde as sementes são postas para germinar, fornecendo condições apropriadas para o desenvolvimento do processo, assim como para o crescimento e desenvolvimento posterior das plântulas (FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PIÑA-RODRIGUES, 1993; FERREIRA et al., 2008). Danner et al. (2007) relataram que os substratos que são comercializados apresentam normalmente características físico-químicas adequadas ao desenvolvimento inicial de várias espécies, entretanto, o alto custo pode dificultar sua utilização. Vários são os substratos prescritos e indicados nas Regras para Análise de Sementes, entre os mais utilizados encontram-se o papel (toalha, filtro e mata-borrão), areia e solo (PACHECO et al., 2007).

A temperatura é outro fator de suma importância, atuando diretamente tanto na porcentagem final como na velocidade de germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). As sementes apresentam comportamento variável, e não existe temperatura ótima e uniforme para a germinação de todas as espécies (BORGES; RENA, 1993; GUEDES, 2011). Apesar disso, estes autores recomendam a faixa de 20 a 30°C como adequada para a germinação de várias espécies subtropicais e tropicais, enquanto Piña-Rodrigues; Figliolia; Peixoto (2004) indicam a faixa entre 15 e 30°C. A temperatura pode regular o processo de germinativo de três modos: determinando a capacidade e taxa de germinação; eliminando a dormência primária e secundária; ou induzindo a dormência secundária (BEWLEY; BLACK, 1994).

Outro fator extremamente importante que compromete o processo de germinação é a disponibilidade de água, agindo diretamente no metabolismo, estando envolvida direta e indiretamente em todas as demais etapas da germinação (MARCOS FILHO, 2005). De acordo com Verslues et al. (2006), os potenciais osmóticos muito negativos retardam e diminuem a germinação, havendo um nível mínimo de umidade que a semente deve atingir para germinar, o qual depende da composição química e permeabilidade da camada mais externa do tegumento.

O estudo da luminosidade para avaliar o potencial de espécies é importantíssimo, pois a disponibilidade de luz constitui um dos fatores críticos para seu desenvolvimento (SCALON et al., 2003). Para estes autores, a eficiência do crescimento da planta pode estar relacionada com a habilidade de adaptação das plântulas às condições de luz do ambiente. As sementes que necessitam de luz para germinar são denominadas fotoblásticas positivas; e quando não necessita de luz, fotoblásticas negativas; e quando a luz não interfere no processo, não fotoblásticas ou indiferentes (VÁZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1993; FLORIANO, 2004; MARCOS FILHO, 2005). Segundo Figliolia; Oliveira; Piña-Rodrigues (1993), a luz utilizada em testes de germinação em laboratórios é proveniente de fontes naturais e artificiais, onde sua intensidade deve ser distribuída uniformemente por toda a

superfície do substrato. Muitos autores relatam que tanto a luz natural quanto a artificial não apresentam efeito significativo sobre a germinação de algumas espécies (FILHO; BORGES, 1992; NEGREIROS; TEIXEIRA; DEMATTÊ, 1995).

Os fatores ambientais referentes ao clima e às características do solo que administram o desempenho da germinação das sementes quando identificados representam importante papel na interpretação do comportamento ecológico das espécies no campo (SOUZA FILHO, 2000). A elevada concentração de sais proporciona às plantas uma condição estressante, reduzindo o potencial osmótico e proporcionando a ação dos íons sobre o protoplasma (RIBEIRO; RIBEIRO; AMARRO FILHO, 2001; LARCHER, 2004). Deste modo, com o acréscimo de sais ocorre diminuição do potencial osmótico do solo, impedindo a absorção de água pelas raízes (AMORIM et al., 2002; LOPES; MACEDO, 2008). Muitas espécies não toleram a salinidade nos diversos estádios de desenvolvimento, incluindo o processo de germinação, as quais são conhecidas como glicófitas, enquanto aquelas mais tolerantes são denominadas halófitas (LARCHER, 2004).

Hoje, há uma frequente preocupação em relação à qualidade ambiental, ocasionando um aumento na demanda de serviços e produtos, em particular a produção de mudas de espécies florestais para os mais variados fins. José; Davide; Oliveira (2005) relataram que a crescente demanda notada nos últimos anos demonstra a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que otimizem a produção de mudas, a custo mínimo, e com qualidade capaz de atender as finalidades dos plantios.

Para produzir mudas de boa qualidade é necessário satisfazer alguns critérios fundamentais, que se iniciam na seleção das árvores matrizes e coleta das sementes, plantio e condução, até o instante de transportá-las para o campo (MARQUES; ANDRADE; BRUNO, 2007). Outros aspectos que devem ser considerados para garantir a produção de mudas de boa qualidade são o tipo de substrato e o tamanho do recipiente (CARVALHO FILHO et al., 2003). Além do mais, é importante conhecer as condições que promovam uma germinação mais rápida e uniforme para fins de semeadura, adquirindo-se assim mudas mais vigorosas capazes de suportar condições adversas do ambiente (PACHECO, et al., 2006) e obter-se o estande esperado.

A *Parkia platycephala* Benth. é uma espécie pertencente à família leguminosa, sua ocorrência abrange a Região Nordeste do país, em áreas de transição entre Cerrado ou Mata Atlântica para a Caatinga. Destaca-se pelo seu potencial madeireiro, sendo utilizada na fabricação de caixotaria, tabuados para divisões internas em pequenas construções, forros, confecção de brinquedos, bem como para lenha e carvão. É apontada ainda como potencial para uso no paisagismo e, principalmente, como forragem, onde as vagens quando maduras constituem excelente fonte de alimentação para ruminantes (LORENZI,

2002; ALVES et al., 2007). Desta forma é considerada uma excelente fonte de produtos para as populações que utilizam os recursos florestais para sobreviverem.

A utilização da espécie para fins forrageiros é realidade em vários Estados do Nordeste, principalmente no período de seca. Os frutos coletados na época da safra são armazenados para alimentação do rebanho no período de menor disponibilidade de forragem. Porém, tal prática realizada de forma intensiva pode gerar no futuro, impacto negativo na conservação genética e na regeneração natural da espécie.

Diante dos aspectos abordados, torna-se necessária a realização de novos estudos a respeito da ecofisiologia da germinação de sementes e produção de mudas de espécies florestais nativas de interesse econômico e socioambiental, como é o caso da *P. platycephala*. Assim, este estudo foi realizado como o objetivo de gerar conhecimentos relacionados à ecofisiologia da germinação de sementes e produção de mudas da *P. platycephala*. Tais informações irão servir de base para a elaboração de protocolos para testes de germinação e vigor, além de contribuir para conservação e recuperação de ambientes florestais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

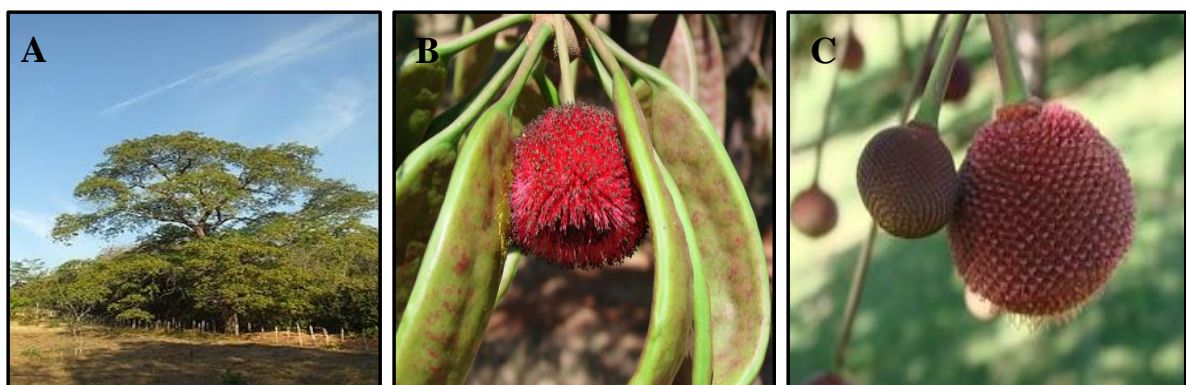
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

O gênero *Parkia*, pertencente à subfamília Mimosoideae, é encontrado principalmente em áreas de floresta tropical úmida, onde existem cerca de aproximadamente 17 espécies que ocorrem em áreas de floresta de terra firme, várzea sazonal e floresta secundária (HOPKINS, 1986). Apresenta uma grande diversidade de espécies, com árvores de porte elevado, ocorrendo desde áreas de floresta de terra firme, várzea sazonal, floresta secundária e na América do Sul (HOPKINS, 1986 *apud* NASCIMENTO et al., 2009).

Dentre as espécies pertencentes ao gênero, destaca-se a *Parkia platycephala* Benth. que pertence a família Fabaceae segundo a classificação APG II (LORENZI, 2006). É conhecida comumente como faveira, faveira-de-bolota, fava-de-bolota, visgueiro, sabiú, entre outros. Sua ocorrência abrange a região Nordeste do país, nas áreas entre cerrado ou mata atlântica para caatinga, em áreas elevadas até 900 m de altitude e também nas campinas da região amazônica. A árvore pode atingir entre 8 e 18 m de altura, sendo composta por uma copa ampla com seus ramos quase atingindo o solo (Figura 1A). O tronco é curto e cilíndrico apresentando casca rugosa e descamante. As folhas são duplamente compostas bipinadas medindo de 10-12 cm de comprimento. Possui inflorescência em capítulos globosos (Figura 1C) sobre pedúnculo pendentes (LORENZI, 2002). Os frutos desta espécie são classificados como legumes indeiscentes (Figura 1B) e geralmente são produzidos durante a estação seca, entre os meses de agosto a outubro (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002).

Entre suas utilidades pode-se destacar o potencial madeireiro, utilizando-a na fabricação de caixotaria, tabuados para divisões internas em pequenas construções, forros, confecção de brinquedos, bem como lenha, carvão e no paisagismo (LORENZI, 2002). Suas vagens fornecem forragem de excelente qualidade, sendo utilizada como suplemento na alimentação de ruminantes (ALVES et al., 2007).

Figura 1: Aspectos gerais da árvore (A), frutos (B) e inflorescência (C) de *Parkia platycephala* Benth.
Fonte: Google



2.2. FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO DE SEMENTES E O CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS

Sabe-se que a propagação sexuada representa a forma mais comumente utilizada na implantação de plantios de espécies florestais nativas, sendo de fundamental importância a obtenção de informações sobre as condições ideais para maior eficiência do processo germinativo (VARELA; COSTA; RAMOS, 2005), principalmente, em função das respostas diferenciadas que cada espécie pode apresentar em decorrência de fatores como dormência e condições ambientais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O processo germinativo consiste na emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua capacidade para produzir uma planta normal sob condições adequadas de campo (BRASIL, 2009). Diversos fatores podem afetar este processo, dentre os quais substrato, temperatura, umidade, luz oxigênio, entre outros. Entretanto, o conjunto é indispensável para que o processo germinativo ocorra de forma adequada e a ausência de um deles pode impedir a germinação das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

2.2.1. Substrato e temperatura

O substrato e a temperatura consistem em dois importantes fatores que afetam o desempenho germinativo de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). O substrato constitui o suporte físico para o acondicionamento das sementes e desempenha a função de manter as condições favoráveis para que a germinação e o desenvolvimento das plântulas ocorram de forma satisfatória (FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PIÑA-RODRIGUES, 1993). Assim, as características do substrato como: estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, dentre outros, podem favorecer ou prejudicar a germinação das sementes (GUEDES et al., 2011; MARTINS et al., 2011). Deste modo, na escolha do substrato recomenda-se a observação de alguns critérios como o tamanho da semente, exigência da espécie em relação à quantidade de água, tolerância ou não à luminosidade, facilidade de manuseio e avaliações durante a condução do teste de germinação, dentre outros (BRASIL, 2009).

Dentre os substratos mais utilizados e prescritos nas Regras para Análise de Sementes, estão o papel mata-borrão, papel toalha, papel de filtro, areia e o solo (BRASIL, 2009). Todavia, outros substratos alternativos encontrados no mercado, a exemplo da vermiculita e do pó de coco vêm sendo empregados com bons resultados para germinação de sementes de espécies florestais, pois são substratos leves, de fácil manuseio, possuindo boa capacidade de absorção de água (PACHECO et al., 2006), além de não exigir reumedecimento diário e proporcionar bom desempenho germinativo (SOUZA et al., 2007). Outro substrato que tem sido apontado como alternativa viável e ecologicamente

correta é o bagaço de cana, principalmente, em regiões onde existe grande disponibilidade e fácil aquisição desse material, a exemplo da região Nordeste (ANDRIOLO et al., 1999). Para Silva et al. (2008) o bagaço de cana é considerado um material promissor para utilização como substrato, por se tratar de um resíduo disponível em grande quantidade e por manter estáveis suas características físicas por um longo período.

Embora haja um grande empenho dos pesquisadores em testar vários outros substratos como Plantmax®, vermiculita e pó de coco (OLIVEIRA; RANAL; SANTANA, 2003; LACERDA et al., 2003), ainda há carência de informações quanto às recomendações dos melhores substratos para as sementes de espécies florestais. Respostas distintas têm sido observadas em função das características específicas de cada substrato, assim como de alterações de comportamento das espécies estudadas.

O processo germinativo é definido por Marcos Filho (2005) como sendo uma sequência ordenada de reações bioquímicas, pelas quais as substâncias de reservas são desdobradas, transportadas e reorganizadas no eixo embrionário. O fator temperatura, por sua vez, afeta o processo germinativo de forma expressiva, tanto por atuar sobre a velocidade de embebição, como sobre as reações bioquímicas que direcionam todo o processo (VALADARES; PAULA, 2008; OLIVEIRA, 2012). Segundo Carvalho; Nakagawa, (2012) a temperatura pode regular a germinação por três maneiras: determinando o total de germinação; sobre a velocidade e uniformidade de germinação. A germinação só ocorrerá dentro de certos limites de temperatura, acima ou abaixo dos limites superior e inferior, não ocorrerá; por sua vez, dentro desses limites, existe uma faixa de temperaturas, na qual a germinação ocorrerá com a máxima eficiência, ou seja, máximo de germinação dentro do menor período de tempo (TILLMANN, 2005; OLIVEIRA, 2012). Os limites extremos e a temperatura ótima se constituem nas denominadas temperaturas cardeais. Vale ressaltar que as sementes apresentam comportamento variável, não havendo uma temperatura ótima e uniforme de germinação para todas as espécies (GUEDES et al., 2011).

A faixa de temperatura na qual a germinação ocorre reflete as adaptações as condições ambientais dos locais de ocorrência natural da espécie, além desse fator, características ecológicas, a exemplo dos grupos sucessionais, desempenham um papel importante na definição da temperatura que mais favorece o processo germinativo (BRANCALION; NOVEMBRE; RODRIGUES, 2010; OLIVEIRA, 2012). Para a maioria das espécies, a temperatura ótima encontra-se na faixa de 15 e 30°C (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; FLOSS, 2008; OLIVEIRA, 2007), sendo os limites extremos variáveis de máxima entre 35 e 40°C e, as mínimas geralmente são inferiores a 15°C. Borges e Rena (1993) relatam que as sementes de um grande número de espécies tropicais e subtropicais germinam na faixa entre 20 a 30°C.

Para sementes de espécies florestais, muitos trabalhos vêm sendo realizados com o intuito de estabelecer critérios para os testes de germinação, a exemplos da definição de temperaturas e substratos mais adequados, tais como: *Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev, Varela; Costa; Ramos (2005), observaram que a temperatura de 30°C, juntamente com o substrato vermiculita, foi a combinação mais adequada para a germinação. Para sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. Martins; Machado; Nakagawa (2008) verificaram um maior percentual de germinação na temperatura de 25°C, utilizando o substrato papel. Para *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith. e Downs, na temperatura alternada de 20-30°C e com o substrato sobre areia (SANTOS; AGUIAR, 2000).

Para *Genipa americana* o substrato papel, combinado com a temperatura de 30°C proporcionou maior germinação de sementes (NASCIMENTO et al., 2000). Em sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. Alves et al. (2002) observaram que a temperatura de 25°C mostrou-se mais adequada para condução de testes de germinação e vigor, independentemente do substrato utilizado. Santos; Aguiar (2004), trabalhando com sementes de *Cnidoculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. indicaram os substratos areia, vermiculita, papel germitest e papel-filtro combinado com temperatura alternada de 20-30°C. Em *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, Silva (2011) observou que as melhores combinações para avaliação da germinação e vigor das sementes foram temperatura de 20°C e substrato pó de coco, 25°C em papel toalha, e temperatura alternada de 20-30°C, com os substratos bagaço de cana e vermiculita. Para sementes de imburana de cheiro *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, a temperatura de 35°C e os substratos vermiculita e areia foram os mais adequados para avaliação da qualidade fisiológica (GUEDES et al., 2010).

Apesar dos avanços nas pesquisas e da grande diversidade de espécies nativas do Brasil, ainda há carência de informações quanto ao estabelecimento de critérios para realizações dos testes de germinação, além disso, poucas estão incluídas nas Regras para Análise de Sementes, o que é preocupante, tendo em vista o uso desordenado dos recursos florestais.

2.2.2. Água

A disponibilidade hídrica consiste em um dos fatores essenciais para desencadear a germinação (VARELA; COSTA; RAMOS, 2005). A entrada de água na semente (embebição) consiste na primeira etapa do processo germinativo (GUEDES et al., 2011), porém, para que haja a formação da plântula, torna-se necessário que a semente alcance níveis de hidratação adequados.

Para condução dos testes de germinação em laboratório, o substrato deve ser umedecido adequadamente, de modo a permitir a retomada do crescimento do eixo

embrionário e a formação da plântula (GENTIL; TORRES, 2001). Vale resaltar que a limitação hídrica pode afetar a germinação, em função de alterações nos processos bioquímicos, físicos e fisiológicos que culminam com o crescimento do embrião (MARCOS FILHO et al., 1986). Por outro lado, o excesso de água no substrato, pode resultar em alterações na disponibilidade de oxigênio para que o processo ocorra, podendo ocasionar atraso e paralisação do desenvolvimento ou, ainda, anormalidades nas plântulas, além de tornar o ambiente mais propício para aumentar a incidência de fungos (MARCOS FILHO et al., 1987; FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PIÑA-RODRIGUES, 1993).

Nesse contexto, Coimbra et al. (2007) e Pascuali et al. (2012) destacaram a importância de se evitar a adição de água durante a condução dos testes de germinação, a fim de reduzir as variações entre as repetições e entre os testes, todavia, os autores mencionaram a necessidade de garantir que o substrato permaneça úmido adequadamente durante todo o período de avaliação dos testes.

Guedes et al. (2010) mencionaram a importância da padronização do volume de água utilizado nos testes de germinação, para evitar resultados conflitantes. Além disso, a determinação do umedecimento do substrato adequado de acordo com as exigências de cada espécie poderá gerar informações importantes para o planejamento de atividades de recuperação de áreas degradadas, por considerar os fatores ecológicos da espécie. Apesar da importância dessas informações a maioria dos trabalhos científicos não faz referência à quantidade de água adicionada aos diferentes substratos, o que pode resultar em conclusões equivocadas (MARTINS; BOVI; SPIERING, 2009).

Em função da importância da determinação do volume de água adequado a ser adicionado aos substratos nos testes de germinação, as Regras para Análise de Sementes (RAS) recomendam o umedecimento do substrato papel adicionando um volume de água equivalente a 2, 2,5 e 3 vezes o peso do papel seco, já para os testes com o substrato areia é importante realizar o umedecimento com 50 ou 60 % da capacidade de retenção de água no substrato, principalmente em sementes de cereais e da família Fabaceae (MARTINS; BOVI; SPIERING, 2009; BRASIL, 2009).

Para espécies florestais poucas informações estão disponíveis na literatura, a exemplo dos trabalhos de Varela; Costa; Ramos (2005) com *Dinizia excelsa* Ducke, Ramos et al. (2006a), com *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban e Ramos et al. (2006b), com *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, havendo a necessidade de maior atenção por parte da comunidade científica para este assunto, tendo em vista sua importância.

2.2.3. Estresse hídrico

O excesso ou a escassez hídrica funciona como um fator de estresse abiótico (SHAO et al., 2008), podendo interferir no desempenho individual das plantas em termos de

germinação, sobrevivência, crescimento e interações bióticas nos diferentes ambientes de ecossistemas naturais (VARELA; COSTA; RAMOS, 2005; VIEIRA; SCARIOT, 2006; CECCON; HUANTE; RINCÓN, 2006; PADILLA; PUGNAIRE, 2007).

Conceitualmente, estresse é considerado um desvio significativo das condições ótimas para a vida e induz a mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do organismo, podendo ser reversíveis ou tornarem-se permanentes. Desta forma, as plantas estão sujeitas a condições de múltiplos estresses que limitam o seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência, onde quer que elas cresçam (LARCHER, 2000).

A germinação, como qualquer outro processo biológico, requer consumo de energia. Nesse contexto, a água desempenha papel fundamental, haja vista que, de sua absorção resulta a reidratação dos tecidos e consequente intensificação da respiração e ativação de todas as outras atividades metabólicas, havendo, assim, a liberação de energia que garante a retomada do crescimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 2005; OLIVEIRA, 2012).

O estresse hídrico atua na redução da velocidade e percentagem de germinação, uma vez que esta se processa por meio da absorção de água pela semente através da embebição, sendo a velocidade determinada pela sua disponibilidade, permeabilidade do tegumento e qualidade fisiológica da semente (POPINIGIS, 1985; FANTI e PEREZ, 2004; VERSLUES et al., 2006). Contudo, existe uma grande variação entre as espécies, desde aquelas muito sensíveis até as mais tolerantes (BEWLEY; BLACK, 1994).

A utilização de soluções com diferentes potenciais osmóticos, simulando baixas condições de disponibilidade hídrica vem sendo testada para várias espécies florestais tais como: *Bauhinia forficata* (FANTI; PEREZ, 1996); *Stryphnodendron polyphyllum* (TAMBELINI; PEREZ, 1998); *Peltophorum dubium* (PEREZ; FANTI; CASALI, 2001); *Chorisia speciosa* (FANTI; PEREZ, 2003); *Ateleia glazioviana* (ROSA et al., 2005); *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret (BAKKE et al., 2006); *Amburana acreana* (BELLO et al., 2008); *Zizyphus joazeiro* (LIMA; TORRES, 2009); *Anadenanthera colubrina* (REGO et al., 2011); e *Apeiba tibourbou* (GUEDES et al., 2013). Porém, para a espécie estudada (*Parkia platycephala* Benth.) esses estudos são inexistentes.

A germinação de sementes consiste na fase mais crítica para sobrevivência de espécies florestais, especialmente em locais sujeitos à deficiência hídrica, durante um período do ano (BRAGA et al., 2009), a exemplo de ambientes áridos e semiáridos, assim, as informações geradas por estes estudos servem de subsídios na definição da tolerância e capacidade de adaptação das espécies, uma vez que os fatores ambientais são decisivos no processo de germinação (SOUSA, 2004), além de servir na orientação de futuros plantios quanto às áreas mais adequadas ao seu estabelecimento.

2.2.4. Estresse salino

Dentre os fatores que afetam a germinação de sementes, a salinidade do substrato pode ser considerada um fator limitante.

Sabe-se que a água é o fator que exerce maior influência sobre o processo germinativo (BARRETO et al., 2010). Deste modo, o excesso de sais na solução do solo pode ser considerado um fator de estresse às plantas, podendo afetar o processo germinativo de duas maneiras: reduzindo o potencial osmótico, que resulta em menor disponibilidade hídrica para as plantas, e em função da ação dos íons sobre o protoplasma, podendo ocasionar a toxidez (LIMA et al., 2005; LOPES; MACEDO, 2008; BARRETO et al., 2010; ANDRÉO-SOUZA et al., 2010). Conforme Barreto et al. (2010), a salinidade atua sobre o processo germinativo reduzindo a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação.

Uma das técnicas mais difundidas para determinação da tolerância das espécies à salinidade é a simulação de condições de estresse salino em laboratório, utilizando soluções salinas em diferentes potenciais osmóticos (LIMA; TORRES, 2009), sendo a observação da capacidade germinativa e suas alterações em relação ao controle, utilizados como importante indicador na definição do grau de tolerância das espécies às condições salinas (GÓIS; TORRES; PEREIRA, 2008; FERREIRA et al., 2013). Tais informações também servem de base para a indicação da tolerância das espécies em estádios subsequentes do desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Assim como aos demais fatores ambientais, as plantas respondem de maneira distinta à salinidade, sendo o grau de tolerância resultante da capacidade que estas apresentam em minimizar os efeitos desse estresse por meio de mecanismos específicos de adaptação (LARCHER, 2000; OLIVEIRA et al., 2008).

Nesse contexto, Taiz; Zeiger (2004) mencionaram que enquanto muitas plantas são afetadas de forma adversa pela presença de níveis relativamente baixos de sal (glicófitas), outras podem sobreviver com altos níveis (plantas tolerantes ao sal) ou mesmo prosperar (halófitas) sob tais condições. De acordo com os autores, os mecanismos pelos quais as plantas toleram a salinidade são complexos, envolvendo síntese molecular, indução enzimática e transporte de membrana.

De modo geral, tanto halófitas como glicófitas respondem de maneira semelhante ao estresse salino, sendo a porcentagem e a velocidade de germinação inversamente proporcional ao aumento da salinidade, variando apenas os limites de tolerância ao sal (HENICKA et al., 2006).

Diversos trabalhos simulando o efeito do estresse salino na germinação e vigor de sementes florestais têm sido realizados, a exemplo daqueles com sementes de

Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke (BRAGA et al., 2008), *Enterolobium schomburgkii* Benth. (BRAGA et al., 2009), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (FARIAS et al., 2009), *Zizyphus joazeiro* Mart. (LIMA; TORRES, 2009), *Jatropha curcas* L. (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010), *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (MOURA et al., 2011), *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Breanan. (REGO et al., 2011) e *Cedrela odorata* L. (FERREIRA et al., 2013).

2.2.5. Luz

Outro fator ambiental que interfere na capacidade germinativa é a luz (RODRIGUES et al., 2007), cujos efeitos também podem ser avaliados a partir de mudanças na capacidade germinativa e velocidade de germinação. Porém, a luz nem sempre constitui um fator imprescindível e limitante à germinação, uma vez que a sensibilidade à luz varia em função da espécie, podendo se observar sementes que respondem positiva, negativamente e indiferentes a este fator (BORGES; RENA, 1993; OLIVEIRA, 2012). Copeland; McDonald (2001) relatam três importantes aspectos referentes à luz que podem influenciar o processo germinativo das sementes como a intensidade, comprimento de onda e o fotoperíodo.

Quanto à necessidade da presença de luz para germinar, as sementes podem ser classificadas em três categorias: as fotoblásticas positivas, aquelas que apresentam maior capacidade de germinação na presença de luz; fotoblásticas negativas, as que respondem negativamente à presença de luz, ou seja, germinam melhor na ausência de luz; e as fotoblásticas neutras, aquelas em que a luz não interfere no processo germinativo (OLIVEIRA, 2012).

A base do mecanismo de sensibilidade à luz é dada por um pigmento denominado fitocromo (OLIVEIRA, 2012) que age como um receptor responsável pela captação dos sinais luminosos do ambiente produzindo respostas germinativas na semente, de acordo com o tipo de radiação incidente (BRANCALION et al., 2008). Os autores destacaram ainda que as variações ambientais são percebidas pelas sementes por meio de alterações na qualidade de luz recebida, indicando se existem condições favoráveis ou não para promover o desenvolvimento da planta a ser formada.

Conforme mencionado anteriormente, sementes de algumas espécies requerem ausência de luz para germinarem, enquanto outras necessitam de curto fotoperíodo diário, embora muitas sejam indiferentes à presença ou ausência de luz (GONÇALVES; GOMES; GUILHERME, 2006; OLIVEIRA, 2007; FLOSS, 2008). As fontes de luz utilizadas em testes de germinação em laboratório podem ser naturais ou artificiais, nestes casos a intensidade precisa ser distribuída de forma uniforme no substrato para que o processo de germinação não seja afetado (FIGLIOLIA et al., 1993).

Há casos em que a luz não é indicada para germinação de muitas espécies, mesmo assim, durante a condução dos testes de germinação a iluminação artificial é recomendada, visando favorecer o desenvolvimento das estruturas essenciais das plântulas, facilitar a avaliação e reduzir a possibilidade de ataque de microrganismos e a ocorrência de plântulas estioladas e hialinas (BRASIL, 2009), dando-se preferência pela luz fria por emitir comprimentos de onda mais próximos das exigências das sementes.

Nesse contexto, as Regras para Análise de Sementes salientam que para alguns tipos de sementes, a luz fluorescente (fria e branca) favorece a germinação de maneira mais eficiente do que a luz solar ou proveniente de filamentos incandescentes, por conterem radiação infravermelha, que inibe a germinação.

Para algumas espécies florestais a luz não foi um fator limitante no desempenho germinativo de sementes, tais como em *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., a qual apresentou comportamento neutro, germinando tanto na presença quanto na ausência de luz (SOUZA FILHO, 2000), em sementes de *Aspidosperma polyneuron* M. Arg., que germinaram sob os regimes de luz branca e vermelha-distante (SAKITA et al., 2007) e as sementes de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard., que foi considerada fotoblástica neutra, pois germinaram no escuro e em todos os regimes de luz (ALVES et al., 2012).

2.3. PRODUÇÃO DE MUDAS

O sucesso no estabelecimento de plantios depende, dentre outros fatores, de mudas de qualidade, expressa pelos atributos morfológicos (estruturais) e fisiológicos (CARNEIRO, 1995; ALEXANDRE et al., 2006; CARON et al., 2010).

A qualidade de mudas influencia de forma decisiva na tolerância às condições estressantes do ambiente, após o plantio no campo, sendo determinante na taxa de sobrevivência, no estabelecimento e crescimento inicial das plantas (CARNEIRO, 1995; GULCU et al, 2010;. SURYA; RAHMAN, 2011), por sua vez, esta é definida por fatores genéticos e ambientais (manejo durante a produção no viveiro) (CARNEIRO, 1995).

Nos últimos anos a crescente demanda por mudas de espécies florestais nativas, seja para fins comerciais ou para recuperação/restauração florestal, gerou a necessidade de melhorias do sistema de produção (NIETSCHE et al., 2004; SOBRINHO et al., 2010). Como consequência a comunidade científica foi estimulada a buscar conhecimentos para otimizar a produção de mudas a baixo custo e com alto padrão de qualidade (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005), para atender as necessidades de um mercado cada vez mais exigente.

Várias são as técnicas, práticas e produtos utilizados na produção e manejo de mudas, que interferem na qualidade morfofisiológica das mesmas, podendo-se citar o substrato, tipo de recipiente, condições de sombreamento, dentre outros (CARNEIRO, 1995; CARON et al., 2010).

O uso do substrato adequado é de suma importância para produção de mudas de qualidade de espécies florestais arbóreas (DUTRA et al., 2012), sendo sua principal função dar suporte físico e nutricional às mudas (ARAÚJO; SOBRINHO, 2011).

Na escolha de um substrato devem-se observar alguns fatores, dentre eles a facilidade de aquisição e manuseio, finalidade de uso, e características físicas, químicas e biológicas adequadas para o desenvolvimento da espécie em questão (WENDLING; DUTRA, 2010; GOMES; PAIVA, 2011; WENDLING; GATTO, 2012). Todavia, vale enfatizar que dificilmente se encontra um material que atenda a todas estas exigências.

De modo geral, há uma tendência, especialmente na produção de mudas em larga escala, para o uso de substratos comerciais que apresentam atributos específicos para atender as exigências de determinadas espécies, tais como o Plantmax e a vermiculita, entre outros, porém, atualmente, em função de uma maior preocupação com as questões ambientais e na busca constante por sistemas de exploração mais sustentáveis, tem havido um estímulo maior para o uso de materiais alternativos na composição de substratos para produção de mudas, a exemplo de resíduos oriundos de atividades agroindustriais, bem como do setor florestal (TERRA; GONÇALVES; MEDEIROS, 2007), o que torna um meio viável de destinação de parte destes resíduos. Entretanto, a falta de conhecimento sobre a composição e eficácia desses materiais na produção de mudas torna-se um fator limitante.

Diversos resíduos vêm sendo utilizados de forma expressiva na formulação de substratos, tais como serragem, casca de arroz carbonizada, casca de eucalipto, fibra de coco, esterco, bagaço de cana, entre outros (GARCIA et al., 2012).

Alguns autores têm comprovado a eficácia da utilização de desses resíduos na produção de mudas de espécies florestais, a exemplo de Pacheco et al. (2011) que indicam os substratos pó de coco e vermiculita, combinados com composto orgânico para produção de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth., Macedo et al. (2011) recomendam os substratos Plantmax, vermiculita, solo + casca de arroz e solo + areia + casca de arroz, para emergência de plântulas de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sandwith). De acordo com Cunha et al. (2006), o melhor desempenho de mudas de *Acacia* sp, comparando-se diferentes substratos com a mesma proporção de material orgânico, foi observado quando se utilizou esterco bovino.

Atualmente, a produção de mudas é quase totalmente realizada em recipientes, havendo tendência a aumentar o uso dessa prática (WENDLING; GATTO, 2012). De acordo com esses autores, o uso crescente da produção de mudas em recipientes deve-se principalmente, a vantagens como proteção das raízes contra danos mecânicos, produção de mudas de melhor qualidade, redução do tempo de produção de mudas, maior sobrevivência após plantio em campo, entre outras.

Dentre os inúmeros tipos de recipientes encontrados no mercado ou passíveis de serem reutilizados ou ainda confeccionados no viveiro, como laminados de madeira, copos e latas descartáveis, sacos plásticos, tubetes, e bandejas de plástico ou de isopor (GOMES; PAIVA, 2011), os mais utilizados são os sacos plásticos, tubetes e as bandejas de plástico ou de isopor (WENDLING; GATTO, 2012).

Com o aumento da quantidade de mudas produzidas e o avanço das tecnologias no setor de produção de mudas, os sacos plásticos foram sendo substituídos por estruturas suspensas e com uso de tubetes de plástico (polietileno) (SAAD; LOPES; SANTOS, 2009). O uso deste recipiente teve início na década de 70 e, atualmente, é o mais utilizado em escala comercial para mudas de espécies de rápido crescimento, devido às suas inúmeras vantagens de ordem operacional, econômica e biológica (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005; DAVIDE; FARIA, 2008; WENDLING, 2010). Embora, segundo Wendling; Gatto (2012) os sacos plásticos ainda sejam as embalagens mais utilizadas na prática, especialmente para produção de mudas de espécies nativas, proporcionam um ritmo de crescimento mais lento.

De acordo com Santos et al. (2010) e Lisboa et al. (2012) a produção de mudas em tubetes torna-se uma atividade viável economicamente por reduzir de forma significativa os gastos com substratos e adubos, além do melhor aproveitamento do espaço físico no viveiro, contribuindo para redução do custo final da muda. Além disso, segundo Davide; Faria (2008), as estrias internas existentes nos tubetes auxiliam no direcionamento do crescimento do sistema radicular, dificultando assim, o envelhecimento das raízes, permitindo, teoricamente, maior crescimento inicial em condições de campo.

Atualmente, encontram-se no mercado tubetes de diferentes tamanhos, volumes e formas diferenciadas, indicado de maneira geral para atender as particularidades de diferentes espécies, embora ainda sejam necessárias informações mais específicas em se tratando de espécie florestal.

Estudos têm comprovado a viabilidade do uso do tubete para a produção de mudas de qualidade de espécies florestais nativas da flora brasileira (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005; MALAVASI; MALAVASI, 2006; DAVIDE; FARIA, 2008). Nesse contexto, Davide; Faria (2008) ressaltam a importância de serem levadas em consideração as características da espécie na escolha do tamanho do recipiente. Esses autores destacam ainda que, dependendo da espécie, deve-se utilizar tubetes de maiores ou menores dimensões, e que no caso de espécies florestais pioneiras, normalmente, podem ser utilizados tubetes de menores dimensões, tendo em vista que estas geralmente apresentam um ritmo de crescimento mais rápido.

Deste modo, a escolha do tamanho do recipiente para produção de mudas depende do ritmo de crescimento das plantas, que é função da espécie, condições de clima e substrato, do tamanho final que a muda deverá alcançar e do tempo de permanência das

mudas no viveiro (WENDLING; GATTO, 2012; OLIVEIRA-JÚNIOR; MARMONTEL; MELO, 2012). Assim, torna-se interessante estudar qual o tamanho de tubete mais adequado em função das características de cada espécie.

O conhecimento das exigências das espécies quanto à luminosidade durante a produção de mudas também é fundamental para obtenção de mudas com bom padrão de qualidade (QUEIROZ e FIRMINO, 2014), já que a luz desempenha papel importante para o desenvolvimento de mudas em viveiros, por meio da geração de energia através do processo fotossintético (ALMEIDA et al., 2004; SILVA et al., 2007; NERY, 2011). Sendo assim, alterações nos níveis de luminosidade poderão ocasionar mudanças de ordem fisiológicas, bioquímicas, anatômicas e de crescimento nas plantas (ATROCH et al., 2001; PIEREZAN; SCALON; PEREIRA, 2012), por sua vez, o grau de adaptação é determinado por fatores genéticos em interação com seu meio ambiente (SCALON et al., 2003).

Para Martins (2007), as necessidades das espécies quanto à luz estão diretamente relacionadas aos grupos ecológicos, podendo ser classificadas em quatro categorias distintas: pioneiras, secundária inicial, secundária tardia e clímax, havendo um aumento na tolerância das espécies ao sombreamento das pioneiras para as clímax.

Avaliações das necessidades de sombreamento das diferentes espécies em condições de viveiros podem ser realizadas com o auxílio de telas de nylon tipo “sombrite”. Este método tem sido amplamente difundido por ser uma prática capaz de isolar e quantificar o efeito da intensidade luminosa, além de fornecer às parcelas experimentais uniformização de iluminação em comparação aos estudos em condições naturais (RÊGO; POSSAMAI, 2006).

Pesquisas relacionadas aos efeitos do sombreamento sobre o crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas têm sido realizadas visando conhecer o desempenho das mesmas sob diferentes condições de luminosidade. Carvalho Filho et al. (2002), estudando o desenvolvimento de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus, observaram que as plantas sombreadas apresentaram maior número de folhas, altura, diâmetro de caule e peso de matéria seca de folha, caule e raiz em relação às que estavam a pleno sol. Segundo Almeida (2005), as espécies sob ambientes sombreados desenvolvem estratégias que garantem o ganho de área para proporcionar maior absorção dos raios luminosos. Em mudas de *Hymenaea courbaril* L. e *Senna macranthera* Collad. o mesmo autor observou testando diferentes níveis de sombreamento (0%, 30% e 50%), que as mudas apresentam maior média na altura quando expostas a maior sombreamento. Queiroz; Firmino (2014) recomendam para produção de mudas de *Dipteryx alata* Vog. o uso do sombreamento de 30%, por proporcionar aumento da germinação, velocidade de germinação e crescimento inicial. Já Silva et al. (2007) relatam que plantas de *Hymenaea parvifolia* Huber. apresentam maior produção de massa seca sob 50% de sombreamento.

Apesar das informações sobre os procedimentos para produção de mudas de espécies florestais disponíveis na literatura, ainda há carência de conhecimento para muitas espécies arbóreas nativas de elevado potencial de uso para diversos fins, a exemplo da *Parkia platycephala* Benth., o que conduz à necessidade de realização de estudos para se obter informações precisas sobre as técnicas e produtos requeridos para produção de mudas de qualidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. OBTENÇÃO DAS SEMENTES E LOCAL DE CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os frutos de *P. platycephala* foram colhidos de 10 árvores matrizes, distanciadas 50m umas das outras e localizadas no município de Bom Jesus-PI, cujas coordenadas geográficas são 09°04'28" sul e 44°21'31" oeste, estando a uma altitude de 277 metros.

Logo após colhidos, os frutos foram encaminhados ao Laboratório de Sementes do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Bom Jesus – PI, e foram beneficiados manualmente com auxílio de um martelo, para a obtenção das sementes. Os experimentos foram realizados no laboratório supracitado e no Viveiro Florestal, ambos da UFPI.

3.2. DETERMINAÇÕES PRELIMINARES

3.2.1. Teor de água

A determinação do teor de água das sementes de *P. platycephala* foi realizada pelo método padrão de estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se subamostras de 5g de sementes da espécie em estudo, em quatro repetições. As sementes foram acondicionadas em cápsulas de alumínio de 5,0 cm de diâmetro, previamente pesadas. Logo após, nova pesagem foi realizada para obter o peso inicial das sementes, que posteriormente foram postas para secar em estufa. Após 24 horas, as cápsulas com as subamostras de sementes foram retiradas e colocadas em dessecador por aproximadamente dez minutos e pesadas em balança analítica com sensibilidade de 0,001g para calcular a porcentagem do grau de umidade.

3.2.2. Peso de mil sementes

Para determinar o peso de 1000 sementes, foi efetuada a pesagem de oito subamostras de 100 sementes, em balança analítica com sensibilidade de 0,001g. O peso de 1000 sementes foi calculado pela multiplicação por 10 do peso médio obtido nas subamostras, segundo recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.2.3. Número de sementes por quilograma

O número de sementes por quilograma foi calculado a partir do resultado do item 3.2.2., por regra de três simples.

3.3. EXPERIMENTO I: EFEITO DO SUBSTRATO E TEMPERATURA

Antes da instalação dos experimentos, as sementes de *P. platycephala* foram submetidas à escarificação mecânica, com lixa d'água nº 80 (NASCIMENTO et al., 2009), no lado oposto à micrópila, para superação da dormência tegumentar.

As sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 5%, durante 5 minutos, em seguida, lavadas com água corrente deionizada. Posteriormente, foram semeadas entre os substratos: vermiculita, areia, pó de coco, bagaço da cana-de-açúcar, tropstrato® umedecidos a 60% da capacidade de retenção de água, papel toalha (organizado em rolos) e papel mata-borrão com quantidade de solução equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, umedecidos com solução de nistatina a 0,2%. Os substratos foram previamente esterilizados em autoclave a 120°C por duas horas e colocados, posteriormente, em caixas plásticas transparentes (gerbox) de dimensão 11 x 11 x 3 cm, com tampa.

Após a semeadura os gerbox foram conduzidos ao germinador do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), regulados em regimes de temperaturas constantes de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C e alternadas de 20-30°C e 25-35°C, sob luz contínua, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20W). Vale ressaltar, que as temperaturas de 5, 10 e 15°C não foram apresentadas nas tabelas dos resultados, pois nas mesmas não foi verificada germinação.

3.4. EXPERIMENTO II - FOTOPERÍODO

Para avaliar o comportamento germinativo das sementes e o crescimento inicial de plântulas de *P. platycephala* sob o efeito da luz as mesmas foram semeadas na melhor combinação de substrato x temperatura (vermiculita x 25-35°C), indicada no item 3.3, umedecida com solução de nistatina a 0,2%. Posteriormente foram submetidas a quatro regimes de luz: luz branca contínua, fotoperíodo de 12h de luz e 12h de escuro, fotoperíodo de 8h de luz e 16h de escuro e escuro contínuo.

Na obtenção do fotoperíodo, foram utilizadas quatro lâmpadas fluorescentes do tipo luz branca (4 x 20W), localizadas no interior do germinador do tipo B.O.D. Para obtenção do escuro contínuo, foram utilizadas caixas plásticas de coloração preta, onde o comportamento germinativo foi avaliado em sala escura sob luz verde.

3.5. EXPERIMENTO III - EFEITO DO UMEDECIMENTO DO SUBSTRATO

No teste de umedecimento do substrato as sementes de *P. platycephala* foram escarificadas mecanicamente utilizando o mesmo método citado no item 3.3 e desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 5% e distribuídas entre o substrato vermiculita média,

o qual foi umedecido com solução de nistatina a 0,2% em diferentes volumes de água, equivalentes a 50, 60, 70, e 80% da sua capacidade de retenção, em caixas plásticas transparentes com tampa (11 x 11 x 3,5 cm). Que posteriormente, foram levadas ao germinador do tipo *Biochemical Oxygen Demand*, regulado à temperatura constante de 25-35°C sob luz contínua. Durante experimento, o substrato foi verificado e umedecido novamente com os mesmos níveis de umedecimento, quando se constatava que o mesmo estava seco.

3.6. EXPERIMENTO IV E V- EFEITO DOS ESTRESSES SALINO E HÍDRICO

Para avaliar o efeito do estresse salino, as sementes de *P. platycephala* foram semeadas em substrato papel mata-borrão, umedecido com soluções aquosas de NaCl, CaCl₂ e KCl, nas concentrações de 0; 25; 50; 75; 100; 150 e 200 mM. No estresse hídrico as sementes da espécie em estudo foram umedecidas com soluções de polietileno glicol (PEG 6000), utilizando-se os seguintes níveis de potencial osmótico: 0; -0,05; -0,1; -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa, com as quantidades equivalentes a 2,5 vezes o peso do papel seco. Posteriormente, foram postas em germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) regulado à temperatura constante de 30°C sob luz contínua.

Para simular estes déficits hídricos, foram utilizadas as concentrações indicadas por Villela; Doni-Filho; Sequeira (1991). O potencial osmótico de nível zero (0) se refere à testemunha (controle), com a quantidade de solução de nistatina a 0,2% equivalente a 2,5 vezes o peso seco do papel.

As mesmas quantidades das soluções do estresse salino e hídrico foram colocadas para umedecer o papel mata-borrão, no início dos testes e quando necessário foi realizada a troca do papel com novas soluções, para não alterar os potenciais.

3.7. VARIÁVEIS AVALIADAS (EXPERIMENTOS I AO V)

O número de sementes germinadas foi avaliado diariamente, adotando-se como critério de germinação, o surgimento do hipocótilo, com a conseqüente emergência dos cotilédones.

3.7.1. Germinação

A porcentagem de germinação correspondeu ao total de plântulas normais germinadas, desde a semeadura até o término do experimento, ao 10º dia após a semeadura.

3.7.2. Vigor

O vigor foi determinado por meio da avaliação do índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) comprimento da raiz primária e da parte aérea e massa seca do sistema radicular e da parte aérea.

3.7.2.1. Índice de velocidade de germinação

Essa variável foi avaliada juntamente com o teste de germinação, cuja contagem das plântulas normais foi realizada diariamente, à mesma hora, a partir da primeira contagem até que o valor se tornasse constante. Segundo Maguire (1962), para o cálculo da velocidade de germinação foi utilizado o índice de velocidade de germinação.

3.7.2.2. Tempo médio de germinação

Foi calculado de acordo com a fórmula de Silva; Nakagawa (1995), com os resultados expressos em dias após a semeadura.

3.7.2.3. Comprimento da raiz primária e da parte aérea

No final do experimento, com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, foram medidos os comprimentos da raiz primária e da parte aérea das plântulas normais de cada repetição. O comprimento médio foi obtido somando-se as medidas de cada parte da plântula (raiz e parte aérea), em cada repetição, dividindo, a seguir, pelo número de plântulas normais mensuradas, sendo os resultados expressos em centímetros/plântula (NAKAGAWA, 1999).

3.7.2.4. Massa seca do sistema radicular e da parte aérea

Ao final do experimento, as plântulas normais anteriormente medidas em cada repetição foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, previamente identificados, pesados e levadas à estufa de ventilação forçada, regulada a 80 °C, durante 24 horas. Após esse período, as plântulas de cada repetição foram retiradas da estufa, e pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados médios expressos em mg/plântula (NAKAGAWA, 1999).

3.8. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS (EXPERIMENTOS I AO V)

O delineamento experimental utilizado em todos os experimentos foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes cada. Para o efeito do substrato e temperatura foi adotado esquema fatorial 7 x 10 (7 substratos x 10 temperaturas). As médias em ambos os experimentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de

probabilidade, exceto os dados dos estresses salino e hídrico que foram submetidos à análise de variância e regressão, empregando-se a equação de melhor ajuste.

Em todos os experimentos foram realizados testes de normalidade e homogeneidade de variância para verificar a necessidade de transformação dos dados por meio do teste de Cochran ($P=0,05$) e as análises de variância e regressão foram realizadas com o auxílio dos softwares estatísticos SISVAR (DEX/UFLA) versão 5.3/1999-2010 e STATISTIC 8.0 (STATSOFT INC., 2008).

3.9. EXPERIMENTO VI: PRODUÇÃO DE MUDAS

A produção das mudas da *P. platycephala* foi realizada em viveiro florestal do curso de Engenharia Florestal da UFPI, onde foram testados diferentes tipos de sombreamento, substratos e recipientes.

Os substratos avaliados na produção de mudas foram: vermiculita, pó de coco, bagaço de cana, todos em mistura com esterco bovino na proporção de 1:1, cujas análises químicas realizadas no Laboratório de solos da UFPI estão apresentadas na Tabela 1. Foram testados os recipientes saco de polietileno com volume interno de 1,5 L e tubetes com volume interno de 110 cm³, os quais foram postos em ambientes a pleno sol (0%) e com sombreamento artificial nas proporções de 25, 50, 75%, obtidos por meio de tela de *nylon* de cor preta, conhecida como sombrite.

Tabela 1- Análises químicas de amostras dos substratos usados para produção de mudas de *Parkia platycephala* Benth.

Amostra	pH	H +Al	Al	Ca	Mg	SB	T	P	K	M.O.
	(H ₂ O)	----- (cmol _c dm ⁻³) -----					-- (mg dm ⁻³) --		(g/kg)	
Vermiculita + Esterco	8,8	0,33	0,0	3,5	10,0	14,0	14,3	116,8	206,7	42,1
Tropstrato + Esterco	7,5	1,65	0,0	9,5	10,0	20,1	21,8	90,3	222,6	42,1
Pó de coco + Esterco	7,5	0,66	0,0	4,9	6,1	11,5	12,2	90,6	227,8	42,1
Bag. de cana + Esterco	8,7	0,17	0,0	5,0	6,0	11,7	11,8	85,0	273,6	42,1

(M.O.) Matéria Orgânica; (SB) Soma de Bases Trocáveis; (T) - Capacidade de Troca Catiônica

Antes da semeadura as sementes foram escarificadas com lixa d'água n° 80 e desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 5%, durante cinco minutos, em seguida lavadas com água deionizada. Utilizaram-se duas sementes por recipiente, onde após a emergência foi realizado um desbaste deixando a planta mais vigorosa. A profundidade de semeadura utilizada foi de um centímetro e, diariamente, realizou-se o umedecimento dos substratos, manualmente, com regador até o final do experimento.

3.9.1. Variáveis analisadas

- **Emergência:** A porcentagem de plântulas que emergiram até que o número tornou-se constante, ocorrendo no 15º dia após a semeadura e como critério de emergência adotou-se o surgimento do hipocótilo e a posterior emergência dos cotilédones.
- **Altura da planta (cm):** Foi considerada como a distância entre a gema apical da planta e o coleto, em que as medidas foram tomadas com auxílio de uma régua graduada em milímetros, aos 120 dias após a semeadura.
- **Comprimento da raiz principal (cm):** O comprimento da raiz principal das plantas foi medido aos 120 dias após a semeadura, com auxílio de uma régua graduada em milímetros, sendo os resultados expressos em centímetros por planta.
- **Massa seca da parte aérea e do sistema radicular plantas (g):** O sistema radicular e a parte aérea das plantas foram seccionados na região do coleto e acondicionados separadamente em saco de papel e colocadas em estufa à temperatura de 80°C até atingir peso constante (g/planta).
- **Diâmetro do coleto (mm):** Com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01mm foi medido o diâmetro do coleto, aos 120 dias após a semeadura.
- **Número de folhas:** A contagem do número de folhas existentes em cada uma das plantas foi feita aos 120 dias após a semeadura.

3.9.2. Delineamento experimental e Análises estatísticas

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, onde nas parcelas foram testados quatro níveis de sombreamento, e nas subparcelas dois tipos de recipiente. Cada unidade experimental foi composta por quatro repetições de seis plantas e a comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada com o programa estatístico SISVAR (DEX/UFLA), versão 5.3/1999-2010.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações das características físicas das amostras utilizadas neste estudo revelaram sementes com 7,4% de umidade, o peso de mil sementes foi equivalente a 111,8 g e o número de sementes por quilo correspondeu a 8.944 sementes. Piñha-Rodrigues et al. (2007), relataram que vários fatores podem influenciar o lote de sementes, como as características genéticas da planta mãe, o grau de maturação das sementes, as condições ambientais existentes no período de formação da semente e por fim o grau de umidade.

4.1. EFEITO DO SUBSTRATO E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Parkia platycephala* Benth.

De acordo com os dados obtidos por meio da análise estatística, foi constatado que houve interação significativa ($P \leq 0,01$) entre o substrato e temperatura para todas as variáveis analisadas no processo germinativo das sementes de *P. platycephala*. Segundo Guedes et al. (2010) isto é um indicativo que existe no mínimo uma combinação favorável entre os fatores que otimizam este processo.

Os resultados referentes à porcentagem de germinação (Tabela 2), computados no décimo dia após a semeadura, revelaram uma ampla faixa de germinação, em que as melhores combinações foram observadas nas temperaturas constantes de 20°C em todos os substratos testados; a 25°C nos substratos vermiculita, areia, papel mata-borrão e papel toalha; a 30°C com pó de coco e bagaço de cana; a 35°C apenas com o substrato vermiculita; e a de 40°C combinada com papel toalha; e nas temperaturas alternadas de 20-30°C com os papéis mata-borrão e toalha e a de 25-35°C na maioria dos substratos, exceto pó de coco, bagaço de cana e tropstrato®.

Pode-se inferir a partir dos dados de germinação que as sementes de *P. platycephala* são adaptadas a grandes flutuações de temperatura. Tal fato tem sido evidenciado por vários autores trabalhando com espécies florestais, a exemplo de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith (GUEDES et al., 2010) e *Piptadenia moniliformis* Benth. (AZERÊDO; PAULA; VALERI, 2011). Os autores ainda relatam que as espécies que apresentam este comportamento demonstram a capacidade de adaptar-se em diferentes habitats, suportando condições adversas e aumentando assim, suas chances de estabelecimento em campo.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com os encontrados para as sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All., onde a temperatura de 25°C juntamente com os substratos vermiculita, papel mata-borrão e papel toalha proporcionaram resultados satisfatórios para germinação (GUEDES et al., 2011), assim como as temperaturas de 25, 30 e 20-30°C com os substratos areia, vermiculita e papel toalha, que foram indicados para

os testes de germinação de muitas espécies florestais, como *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (LIMA et al., 2011), *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (ALVES et al., 2011) e *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze) (GUEDES; ALVES, 2011).

Tabela 2 - Germinação (%) de sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

Substratos	Temperaturas (°C)						
	20	25	30	35	40	20-30	25-35
EV	99 Aa	90 Aa	75 Ab	85 Aa	37 Bc	75 Bb	94 Aa
EA	98 Aa	97 Aa	45 Bb	59 Bb	30 Bc	9 Cd	99 Aa
EPMB	98 Aa	98 Aa	77 Ab	75 Ab	11 Cc	97 Aa	100 Aa
EPC	95 Aa	84 Ba	80 Aa	65 Bb	22 Bc	21 Cc	29 Bc
EBC	84 Aa	80 Ba	68 Aa	71 Ba	4 Cc	85 Ba	25 Bb
EPT	100 Aa	100 Aa	75 Ab	80 Ab	95 Aa	100 Aa	100 Aa
ET	86 Aa	79 Ba	67 Ab	64 Bb	5 Cd	26 Cc	33 Bc

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV (%) = 17,67. Entre vermiculita (EV); Entre areia (EA); Entre papel mata-borrão (EPMB); Entre pó de coco (EPC); Entre bagaço de cana (EBC); Entre papel toalha (EPT); Entre Tropstrato® (ET)

Para os valores médios do índice de velocidade de germinação (Tabela 3), verifica-se que a temperatura constante de 25°C combinada com o substrato papel toalha promoveu a maior velocidade de germinação das sementes de *P. platycephala*, não diferindo estatisticamente das temperaturas de 20°C juntamente com os substratos entre areia e tropstrato® e 30°C com o pó de coco e em ambas as temperaturas alternadas de 20-30°C associada ao papel mata-borrão e 25-35°C combinada com os substratos entre vermiculita e papel mata-borrão.

Tabela 3 - Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

Substratos	Temperaturas (°C)						
	20	25	30	35	40	20-30	25-35
EV	3,52 Bb	3,99 Bb	3,55 Ab	4,02 Ab	1,48 Bc	4,44 Ba	5,16 Aa
EA	4,74 Aa	4,59 Ba	2,17 Bb	2,71 Bb	1,25 Bc	0,69 Dc	4,80 Ba
EPMB	3,15 Cc	4,49 Bb	3,37 Ac	3,31 Bc	0,45 Cd	5,98 Aa	5,48 Aa
EPC	3,74 Ba	3,44 Ca	3,63 Aa	3,09 Ba	0,79 Cd	0,73 Db	1,15 Cb
EBC	2,27 Db	2,75 Cb	2,21 Bb	2,77 Bb	0,17 Cd	3,49 Ca	1,02 Cc
EPT	3,94 Bc	6,53 Aa	3,63 Ac	3,95 Ac	4,11 Ac	5,41 Ab	4,21 Bc
ET	4,35 Aa	3,35 Cb	2,98 Ab	2,97 Bb	0,21 Cd	1,03 Dc	1,30 Cc

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV (%) = 18,23. Entre vermiculita (EV); Entre areia (EA); Entre papel mata-borrão (EPMB); Entre pó de coco (EPC); Entre bagaço de cana (EBC); Entre papel toalha (EPT); Entre Tropstrato® (ET)

Oliveira et al. (2013) mencionam a temperatura de 25°C, juntamente com o substrato papal toalha, como sendo a combinação responsável pelos maiores índices de velocidade

de germinação de sementes de *Diptychandra aurantiaca*, fato que esta de acordo com os resultados encontrados para este estudo. Para as sementes de *Archontophoenix cunninghamii* H. Wendl. & Drude. (PIVETTA et al., 2008), *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (NOVEMBRE et al., 2007) e *Eucalyptus dunnii* Maiden (CETNARSKI FILHO e CARVALHO, 2009), as temperaturas de 25 e 30°C proporcionaram os melhores resultados para o índice de velocidade de germinação nos substratos vermiculita, papel mata-borrão e areia.

Os dados referentes ao tempo médio de germinação encontram-se na Tabela 4, em que se observam as temperaturas de 40°C combinada com os substratos entre pó de coco e bagaço de cana; e a alternada de 20-30°C juntamente com a areia, foi encontrado um período médio menor para germinação das sementes. Contudo, outras combinações favoreceram uma maior velocidade no processo de formação das plântulas, evidenciado pelo menor tempo de germinação como na temperatura de 20°C com o substrato tropstrato®; a 25°C, apenas no substrato papel toalha; a 30 e 35°C, em vermiculita, papel mata-borrão, papel toalha e tropstrato®; bem como na temperatura de 25-35°C com os substratos vermiculita e papel mata-borrão.

Tabela 4 – Tempo médio de germinação (dias) das sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

Substratos	Temperaturas (°C)						
	20	25	30	35	40	20-30	25-35
EV	7,58 Bb	5,73 Ba	5,32 Aa	5,34 Aa	4,79 Ba	4,66 Ba	4,71 Aa
EA	5,63 Ab	5,43 Bb	5,20 Ab	5,54 Ab	6,00 Bb	2,43 Aa	5,32 Ab
EPMB	8,77 Cb	5,54 Ba	5,74 Aa	5,72 Aa	6,08 Ba	4,37 Ba	4,74 Aa
EPC	6,99 Bb	6,33 Bb	5,55 Ab	5,28 Ab	1,77 Aa	8,39 Dc	6,53 Bb
EBC	9,89 Cc	7,54 Bb	7,84 Bb	6,53 Ab	3,00 Aa	6,57 Cb	6,45 Bb
EPT	6,52 Bb	3,93 Aa	5,24 Aa	5,09 Aa	5,81 Bb	4,63 Ba	5,97 Bb
ET	5,46 Aa	6,08 Ba	5,68 Aa	5,42 Aa	4,50 Ba	6,21 Ca	6,42 Ba

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV (%) = 19,27. Entre vermiculita (EV); Entre areia (EA); Entre papel mata-borrão (EPMB); Entre pó de coco (EPC); Entre bagaço de cana (EBC); Entre papel toalha (EPT); Entre Tropstrato® (ET)

Segundo Ferreira et al. (2001) a determinação do tempo médio de germinação é de grande importância para se conhecer como a espécie ocupa uma determinada comunidade.

Resultados contrários aos obtidos nesta pesquisa foram observados em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. na temperatura de 30°C quando semeadas no substrato areia, o qual promoveu o menor tempo médio de germinação (LIMA et al., 2006). Para sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg.) Rego et al. (2009) encontraram os menores valores para o tempo médio de germinação nas temperaturas de 20 e 25°C nos substratos papel toalha, vermiculita e areia.

Em relação ao comprimento da raiz primária das plântulas de *P. platycephala* (Tabela 5) a combinação que proporcionou maior desenvolvimento foi observada quando se utilizou a temperatura de 20°C associada com o substrato papel toalha; a 30°C na vermiculita, papel mata-borrão, pó de coco e tropstrato® e a 35, 20-30 e 25-35°C quando as sementes foram semeadas no papel toalha.

Tabela 5 - Comprimento da raiz primária (cm) das plântulas oriundas da germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

Substratos	Temperaturas (°C)						
	20	25	30	35	40	20-30	25-35
EV	5,87 Bb	7,07 Ba	7,36 Aa	7,99 Ba	2,09 Bc	4,29 Bb	7,58 Ba
EA	4,14 Cb	5,61 Ca	3,96 Cb	3,00 Dc	2,43 Bc	3,48 Bb	5,60 Ca
EPMB	5,08 Bb	7,12 Ba	7,06 Aa	5,71 Cb	2,36 Bc	4,79 Bb	6,27 Ca
EPC	3,55 Cc	4,69 Cc	7,68 Aa	7,57 Ba	0,94 Cd	4,42 Bc	5,77 Cb
EBC	3,64 Cc	5,23 Cc	5,78 Bb	7,19 Ba	1,09 Cd	4,27 Bc	4,86 Cc
EPT	9,27 Aa	8,75 Ab	8,61 Ab	9,19 Aa	7,53 Ab	10,09 Aa	9,58 Aa
ET	5,79 Bb	7,06 Ba	8,27 Aa	7,89 Ba	1,46 Cd	4,23 Bc	6,08 Cb

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV (%) = 15,36. Entre vermiculita (EV); Entre areia (EA); Entre papel mata-borrão (EPMB); Entre pó de coco (EPC); Entre bagaço de cana (EBC); Entre papel toalha (EPT); Entre Tropstrato® (ET)

De acordo com Ferreira (2013) plântulas com sistema radicular completamente desenvolvido expressam o vigor das sementes que as originaram, indicando que estas poderão emergirem mais rápido e uniformemente, e se estabelecerem em condições adversas de campo, permitindo desta forma a obtenção do estande esperado.

Resultado similar a este estudo foi observado por Pacheco et al. (2007) em que a melhor combinação para o comprimento da raiz primária ocorreu quando as sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. foram submetidas à temperatura constante de 30°C e semeadas sobre papel mata-borrão, pó de coco e Tropstrato®. Para as sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook F. ex S. Moore Pacheco et al. (2008) observou o melhor desenvolvimento da raiz à 30°C no substrato papel toalha. E o substrato vermiculita à 30, 35°C e 20-30°C para *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith (GUEDES et al., 2010).

Na Tabela 6, encontram-se os resultados referentes ao vigor das plântulas avaliado pelo comprimento da parte aérea, cujas melhores combinações foram verificadas quando as sementes foram mantidas nas temperaturas constantes de 25 e 30°C quando semeadas no substrato bagaço de cana e 35°C no papel toalha e na alternada de 25-35°C na vermiculita e tropstrato®.

Pacheco et al. (2010) constataram maior comprimento da parte aérea de plântulas de *Dimorphandra mollis* benth. na temperatura de 35°C utilizando papel toalha, este resultado corrobora com o obtido neste estudo.

Rebouças (2009) verificou em sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan que a temperatura de 30°C favoreceu o crescimento do hipocótilo no substrato pó de coco. As plântulas de *Crescentia cujete* L. obtiveram melhor crescimento quando foram semeadas nas temperaturas de 30 e 20-30°C nos substratos areia e vermiculita (AZEVEDO et al., 2010).

Tabela 6 - Comprimento da parte aérea (cm) das plântulas oriundas de sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

Substratos	Temperaturas (°C)						
	20	25	30	35	40	20-30	25-35
EV	5,25 Bb	4,49 Bb	4,58 Bb	6,88 Ba	1,86 Cc	4,78 Bb	3,95 Ab
EA	5,25 Ba	4,87 Ba	4,41 Ba	5,72 Ca	3,06 Bb	1,87 Cc	4,70 Aa
EPMB	5,49 Bb	5,52 Bb	5,36 Bb	7,35 Ba	2,76 Bc	5,72 Ab	4,98 Ab
EPC	4,89 Bb	5,04 Bb	5,28 Bb	7,19 Ba	1,06 Cd	2,96 Cc	4,18 Ab
EBC	4,52 Bb	6,04 Aa	6,26 Aa	7,08 Ba	1,15 Cc	5,10 Bb	4,82 Ab
EPT	8,60 Ab	6,96 Ac	6,62 Ac	9,89 Aa	5,59 Ad	6,71 Ac	5,45 Ad
ET	5,06 Ba	5,17 Ba	4,57 Ba	6,03 Ca	1,75 Cb	4,59 Ba	4,51 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV (%) = 16,56. Entre vermiculita (EV); Entre areia (EA); Entre papel mata-borrão (EPMB); Entre pó de coco (EPC); Entre bagaço de cana (EBC); Entre papel toalha (EPT); Entre Tropstrato® (ET)

As plântulas de *P. platycephala* com os melhores acúmulos de massa seca da raiz primária (Tabela 7) foram oriundas de sementes submetidas às temperaturas de 25°C semeadas no substrato tropstrato®; a 30°C em areia, papel mata-borrão e papel toalha; 35°C nos substratos bagaço de cana e tropstrato® e na temperatura alternada de 25-35°C na maioria dos substratos testados, exceto o papel mata-borrão, pó de coco e papel toalha.

Tabela 7 – Massa seca da raiz primária (mg/plântula) das plântulas oriundas da germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

Substratos	Temperaturas (°C)						
	20	25	30	35	40	20-30	25-35
EV	8,96 Ab	9,33 Ab	14,48 Ba	7,21 Ab	4,72 Bb	7,01 Ab	12,49 Aa
EA	6,19 Bc	10,36 Ac	19,80 Aa	6,33 Ac	8,02 Ac	8,25 Ac	14,10 Aa
EPMB	10,60 Ab	11,29 Ab	20,89 Aa	8,36 Ab	7,94 Ab	4,46 Ac	10,48 Ab
EPC	6,55 Bb	7,82 Ab	14,22 Ba	9,28 Ab	2,22 Bc	6,55 Ab	8,94 Ab
EBC	6,15 Bb	7,24 Ab	9,48 Ca	8,69 Aa	3,85 Bb	6,02 Ab	9,55 Aa
EPT	11,46 Ab	10,66 Ab	18,22 Aa	9,06 Ab	11,05 Ab	9,79 Ab	12,47 Ab
ET	6,10 Bb	10,08 Aa	11,98 Ca	9,38 Aa	6,92 Ab	7,12 Ab	11,27 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV (%) = 27,97. Entre vermiculita (EV); Entre areia (EA); Entre papel mata-borrão (EPMB); Entre pó de coco (EPC); Entre bagaço de cana (EBC); Entre papel toalha (EPT); Entre Tropstrato® (ET)

Para as plântulas de *Phoenix roebelenii* O'Brien., Iossi et al. (2003) obtiveram maior conteúdo de massa seca das raízes quando utilizaram os substratos areia e vermiculita.

As interações: temperaturas de 20, 25, 35 e 20-30°C com substrato vermiculita; a de 25, 30 e 25-35°C utilizando o substrato areia; a 20 e 30°C com papel mata-borrão; a 30 e 35°C juntamente com pó de coco; as temperaturas de 20, 30 e 35°C com o papel toalha e ainda a 20 e 25°C com tropstrato[®] proporcionaram os maiores valores de massa seca da parte aérea das plântulas, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 8).

Resultados semelhantes foram obtidos por Rosseto et al. (2009) que verificaram maior massa seca de plântulas de *Parkia pendula* na temperatura de 35°C semeadas em papel toalha. Alves et al. (2002) observaram que na temperatura de 25°C, independente do substrato utilizado, foi encontrado o maior valor de massa seca de plântulas de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

Tabela 8 – Massa seca da parte aérea (mg/plântula) das plântulas oriundas da germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

Substratos	Temperaturas (°C)						
	20	25	30	35	40	20-30	25-35
EV	30,79 Aa	26,12 Aa	28,55 Ba	26,09 Aa	9,72 Cc	17,82 Bb	27,62 Aa
EA	24,52 Bb	29,36 Aa	33,79 Aa	26,20 Bb	17,60 Bc	10,99 Cd	31,20 Aa
EPMB	33,19 Aa	26,95 Ab	37,84 Aa	29,81 Ab	15,57 Bc	15,06 Bc	26,84 Ab
EPC	20,59 Bb	23,62 Ab	37,80 Aa	34,91 Aa	5,99 Cc	8,60 Cc	19,38 Bb
EBC	18,19 Bc	22,81 Ab	30,06 Ba	24,81 Bb	8,26 Cd	15,28 Bc	21,75 Bb
EPT	30,54 Aa	26,43 Ab	35,82 Aa	32,11 Aa	27,03 Ab	23,79 Ab	26,72 Ab
ET	23,34 Ba	27,86 Aa	28,55 Ba	26,80 Ba	11,60 Cb	17,67 Bb	22,53 Ba

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV (%) = 18,46. Entre vermiculita (EV); Entre areia (EA); Entre papel mata-borrão (EPMB); Entre pó de coco (EPC); Entre bagaço de cana (EBC); Entre papel toalha (EPT); Entre Tropstrato[®] (ET)

Conforme Stockman et al. (2007), os fatores ambientais básicos do teste de germinação são a temperatura e o substrato. As sementes muitas vezes apresentam respostas fisiológicas variáveis a diferentes temperaturas e substratos, com isso estudos mais detalhados nesta linha de pesquisa poderão nos fornecer informações para área de tecnologia de sementes florestais, principalmente sobre a influência desses elementos no processo germinativo.

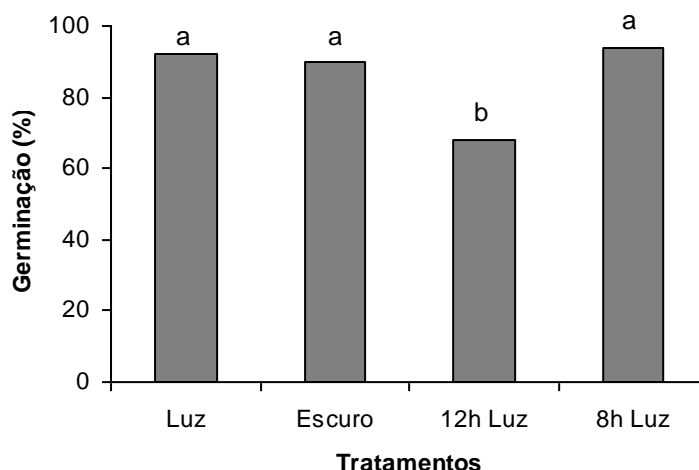
O bom desenvolvimento das plântulas em relação ao comprimento e massa seca pode ser explicado pelas boas características que os substratos apresentam, dentre elas estrutura, aeração e capacidade de retenção de água.

4.2. EFEITO DO FOTOPERÍODO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Parkia platycephala* Benth.

Os valores médios referentes à porcentagem de germinação (Figura 2), das sementes de *P. platycephala* submetidas a diferentes regimes de luz não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, exceto para o fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 de escuro, em que observou-se uma redução na germinação, cerca de 26% em relação aos demais tratamentos.

Muitas espécies apresentam comportamentos indiferentes quanto às variações de luminosidade, e esta plasticidade tem fundamental importância na ecologia das mesmas, pois conseguem germinar nas condições de luz que encontram (AGUIAR et al., 2005).

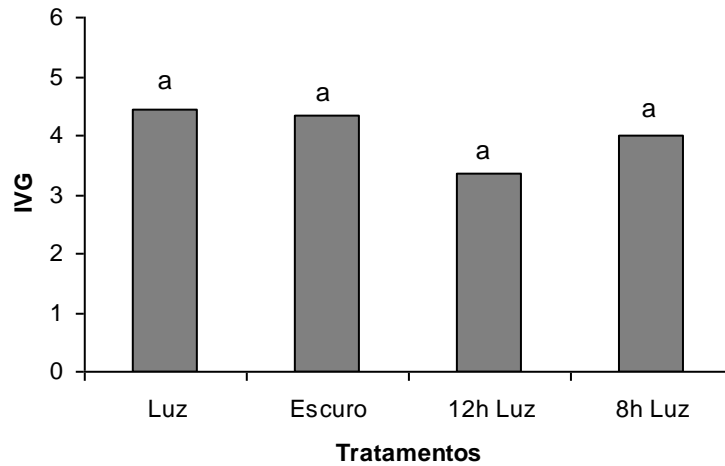
Figura 2 - Germinação (%) de sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes fotoperíodos. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV(%) = 15,23.



Inúmeros trabalhos com espécies florestais demonstram esta plasticidade, como em sementes de *Calliandra viscidula* Benth. e *Calliandra hygrophyla* Benth. (RESENDE et al., 2011), *Heliocarpus popayanensis* L. (BRANCALION et al., 2008), em *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (ALVES et al., 2012), pois germinaram satisfatoriamente em todos os regimes de luz, sendo assim classificadas como fotoblásticas neutras.

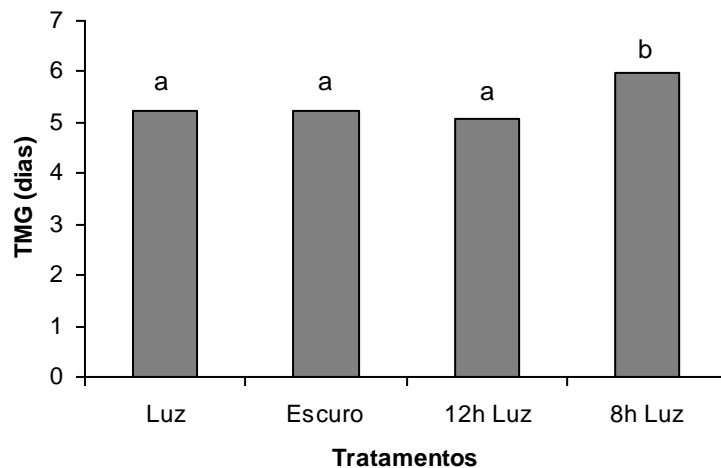
Na Figura 3 são observados os resultados obtidos para o índice de velocidade de germinação, onde não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos testados, obtendo-se valores médios superiores a 3,3. Pascuali et al. (2012) trabalhando com sementes de *Jatropha curcas* L. constatou que a melhor condição de luz para avaliação do índice de velocidade de germinação foi o escuro.

Figura 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes fotoperíodos. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV(%) = 14,56.



Quando avaliado o tempo médio de germinação foi verificado que o fotoperíodo de 8 horas de luz e 16 de escuro não apresentou resultados satisfatórios, necessitando de aproximadamente seis dias para germinar (Figura 4).

Figura 4 – Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes fotoperíodos. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV(%) = 4,42.



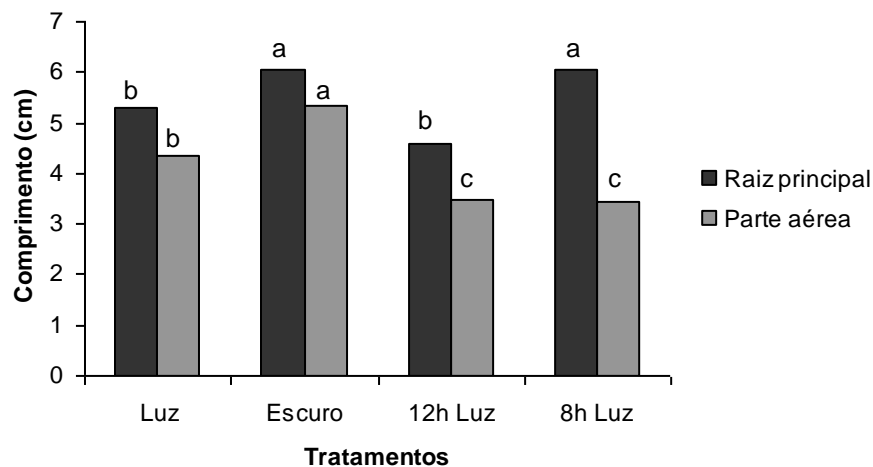
Segundo Godoi; Grandis; Takaki (2009) a luz solar atua de forma determinante no crescimento e desenvolvimento das plantas, que possui uma série de fotorreceptores, a exemplo dos fitocromos, que geram diferentes respostas morfogênicas, incluindo o processo de germinação das sementes.

Os maiores comprimentos referentes à raiz primária das plântulas de *P. platycephala* foram obtidos quando utilizou-se os tratamentos escuro e 8 horas de luz e 16 de escuro

(Figura 5). Enquanto que para os resultados da parte aérea das plântulas apresentadas na mesma figura, os melhores comprimentos foram observados quando as sementes foram expostas ao escuro contínuo.

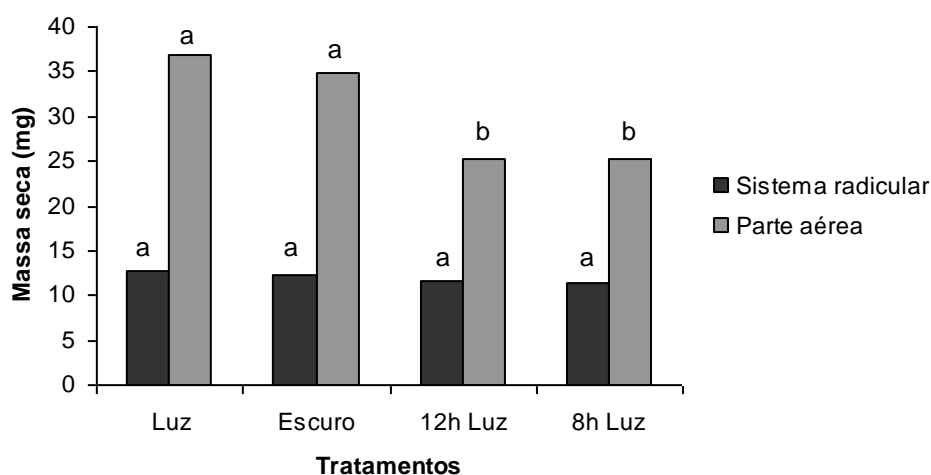
O processo germinativo para muitas espécies ocorre de forma indiferente à presença ou ausência de luz, mas quando a luz não favorece o processo, a luminosidade durante a condução dos testes, seja ela natural ou artificial, usualmente é indicada para promover o desenvolvimento das plântulas, tornando mais fácil a avaliação dos experimentos, diminuindo o ataque de patógenos e evitando o estiolamento das plântulas (BRASIL, 2009). Este crescimento mais elevado da parte aérea pode causar tombamento das plântulas (LIMA; SILVA; MORAES, 2006), fato este que foi observado nos testes com a *P. platycephala*.

Figura 5 – Comprimento (cm) da raiz principal e da parte aérea de plântulas de *Parkia platycephala* Benth., oriundas de sementes submetidas a diferentes fotoperíodos. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV(%) = 9,19 e 8,02, respectivamente.



Com base nos resultados apresentados na Figura 6 verifica-se que para massa seca do sistema radicular oriundas das plântulas de *P. platycephala* não houve influência dos tratamentos utilizados. Ao contrário do que foi observado para raiz, a massa seca da parte aérea apresentou diferenças entre os tratamentos, em que a luz e escuro contínuo favoreceram o maior acúmulo desta variável, alcançando valores superiores a 30 mg/plântula (Figura 6).

Figura 6 – Massa seca (mg) do sistema radicular e da parte aérea de plântulas de *Parkia platycephala* Benth., oriundas de sementes submetidas a diferentes fotoperíodos. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV(%) = 9,70 e 10,60, respectivamente.



As sementes são capazes de perceber as variações no ambiente por meio das mudanças na qualidade da luz que incide sobre elas, indicando se as condições ambientais presentes são adequadas ou não para o desenvolvimento normal da planta a ser produzida (BRANCALION et al., 2008).

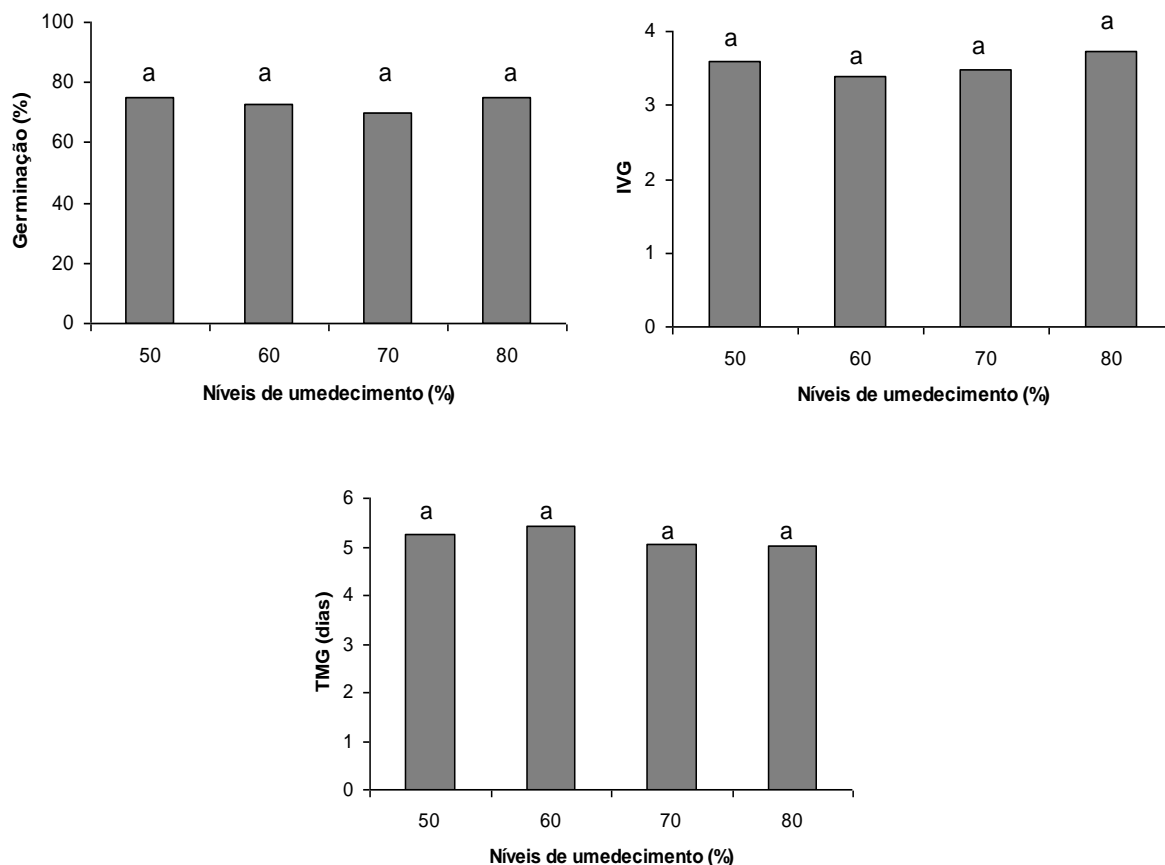
4.3. EFEITO DO UMEDECIMENTO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Parkia platycephala* benth.

Na Figura 7 encontram-se os dados da porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação obtidos de acordo com os níveis de umidade no substrato vermiculita para as sementes de *P. platycephala*. Os resultados encontrados indicaram que os níveis de umidade não influenciaram as variáveis analisadas, com isso não foram identificadas diferenças significativas.

Dentre os fatores essenciais para o processo de germinação a água é fundamental para dar início ao processo de germinação e o desenvolvimento das plântulas (VARELA; RAMOS; MELO, 2005; LIMA JUNIOR et al., 2011).

Guedes et al. (2010) relataram que a padronização do volume de água a ser utilizado para umedecer o substrato nos testes de germinação favorece o processo, conforme a espécie, e ainda pode auxiliar a minimizar as variações nos resultados.

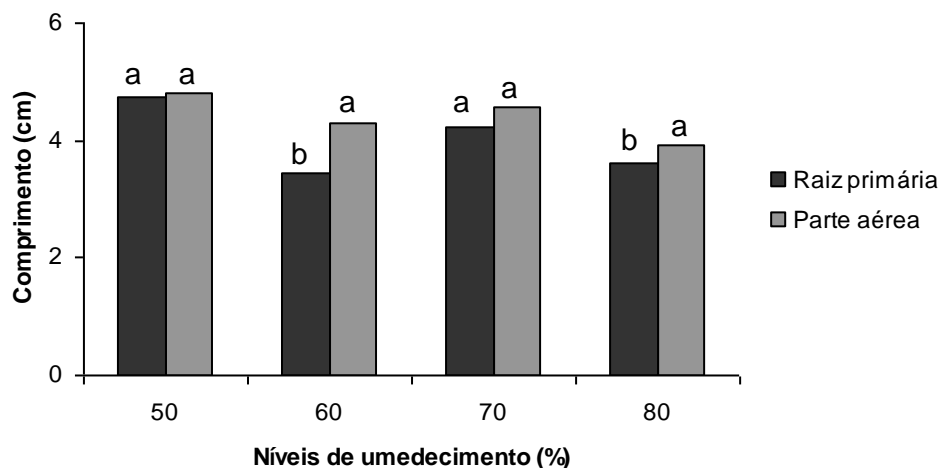
Figura 7 - Germinação (%), Índice de velocidade de germinação (IVG) e Tempo médio de germinação (dias) de sementes de *Parkia platycephala* Benth. submetidas a diferentes níveis de umedecimento do substrato vermiculita. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV(%) = 16,69; 17,73 e 3,93, respectivamente.



No comprimento da raiz primária (Figura 8) foi possível observar variações entre os níveis de umedecimento. O maior comprimento foi obtido quando o substrato foi umedecido com volumes de água equivalentes a 50 e 70% da capacidade de retenção. Azeredo et al. (2010) ressaltaram a importância do umedecimento do substrato quando utilizados em testes de germinação em laboratório, o mesmo deve permanecer em níveis satisfatórios de umidade, suprindo a semente com a quantidade de água necessária para que ocorra a germinação e posterior desenvolvimento das plântulas.

Ainda na Figura 8, não foram verificadas diferenças significativas nos diferentes níveis de umedecimento do substrato vermiculita testados sobre o comprimento da parte aérea de *P. platycephala*.

Figura 8 – Comprimento (cm) da raiz primária e da parte aérea de plântulas de *Parkia platycephala* Benth., oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de umedecimento do substrato vermiculita. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV(%) = 11,09 e 12,62, respectivamente.

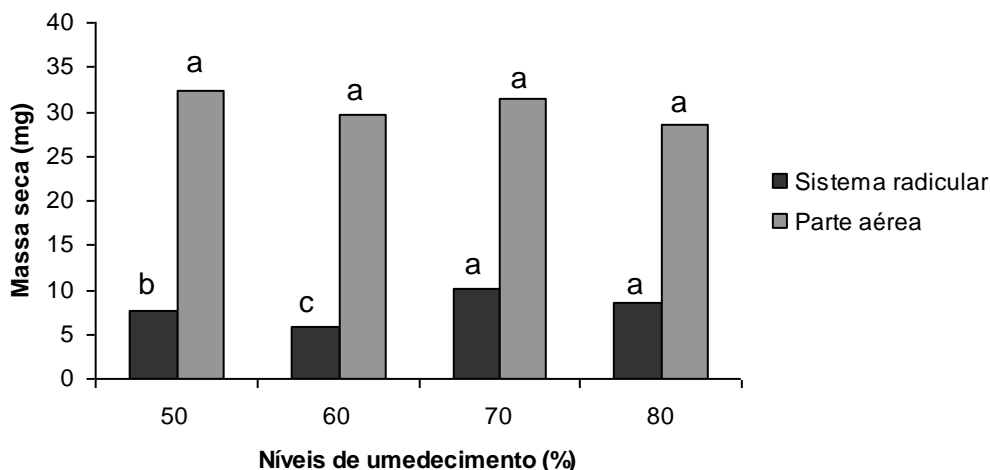


O volume de água utilizado para umedecer o substrato no início dos testes de germinação varia em função do tipo e quantidade do substrato, além disso, é importante saber as exigências das sementes para cada espécie (LIMA JUNIOR et al., 2011).

Em relação ao acúmulo de massa seca da raiz primária foram obtidos os maiores valores quando as plântulas se desenvolveram no substrato umedecido com volumes de água equivalentes a 70 e 80% da capacidade de retenção (Figura 9). Pode-se notar que o maior volume de água proporcionou acréscimos na massa seca da raiz primária, evidenciando que o excesso de água não afetou a aeração do substrato.

Os dados referentes à massa seca da parte aérea (Figura 9) não evidenciaram diferença significativa entre os tratamentos, indicando que as quantidades de água no substrato não exerceram influência sobre as médias de massa seca da parte aérea. Resultado similar foi observado por Abensur et al. (2007), onde verificaram em plântulas de *Jacaranda copaia* D. Don que para comprimento do hipocótilo não houve diferença estatística entre as quantidades de água testadas.

Figura 9 – Massa seca (mg) do sistema radicular e da parte aérea de plântulas de *Parkia platycephala* Benth., oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de umedecimento do substrato vermiculita. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV(%) = 14,05 e 9,59, respectivamente.



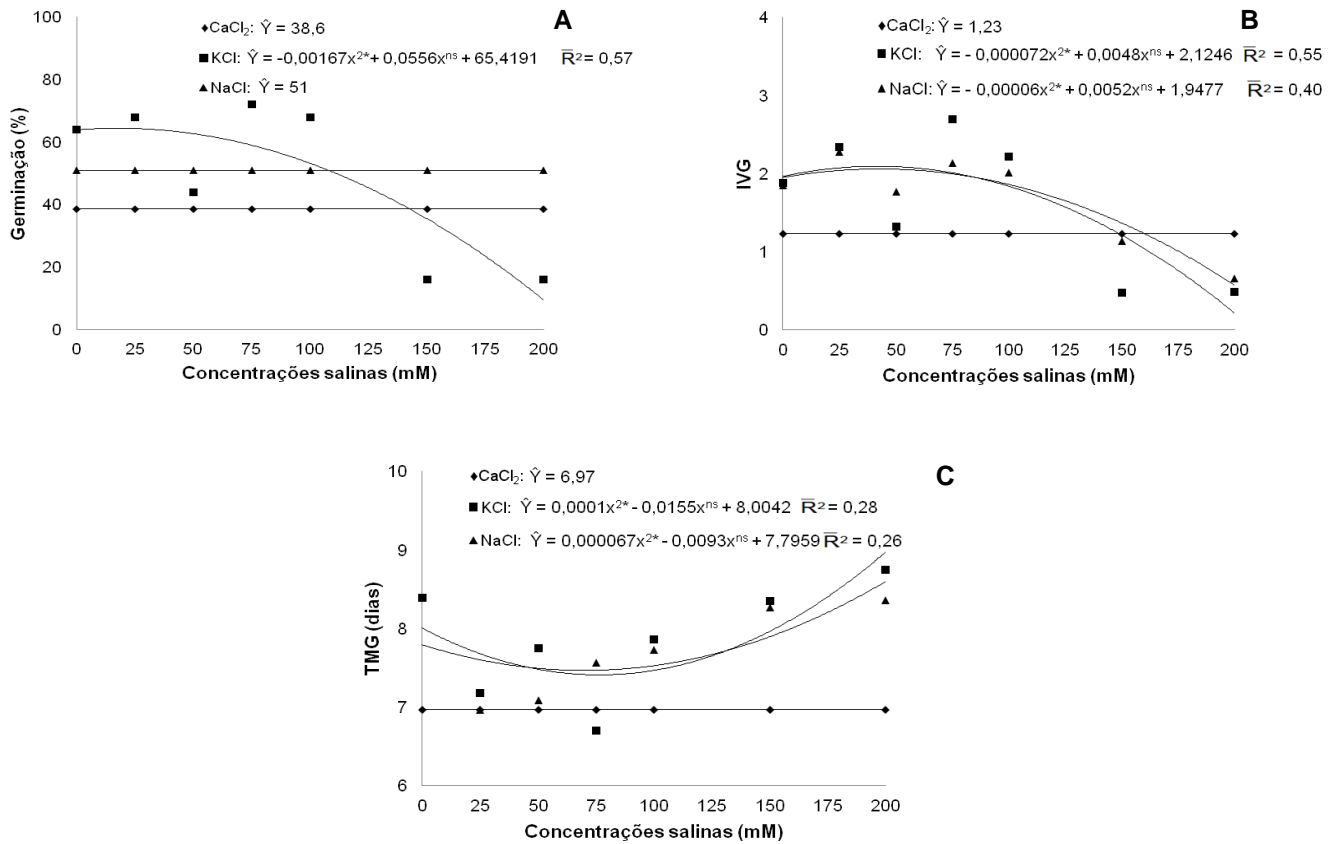
4.4. EFEITO DO ESTRESSE SALINO

Nos valores médios da porcentagem de germinação foi possível observar redução gradativa à medida que aumentou a concentração do sal KCl, sendo este decréscimo mais evidente a partir de 100 mM, alcançando uma diminuição de mais de 70% para concentração de 150 mM. Os dados referentes a este sal ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático (Figura 10 A). Por outro lado, não se verificou ajuste das curvas para os demais sais testados (CaCl_2 e NaCl), sendo estes representados pela média.

O aumento das concentrações de sais nas soluções de KCl e NaCl foram responsáveis por decréscimos no IVG e acréscimos no TMG, onde as variáveis ajustaram-se a modelos de resposta quadrática, vale ressaltar ainda que os efeitos foram mais perceptíveis a partir de 100 mM, semelhante ao observado para porcentagem de germinação (Figura 10 B e C). Para estas variáveis não foi verificado ajuste de ordem linear ou quadrática para o sal CaCl_2 .

As reduções na porcentagem, velocidade e o aumento do tempo médio de germinação com o acréscimo de sais nas soluções observada para o KCl e NaCl podem ser atribuídas tanto ao efeito osmótico “seca fisiológica”, quanto ao efeito tóxico, ocasionado pela alta concentração de íons no protoplasma (FANTI; PEREZ, 2004).

Figura 10 - Porcentagem de germinação (A), Índice de velocidade de Germinação (IVG) (B) e Tempo Médio de Germinação (TMG) (C) de sementes de *Parkia platycephala* Benth., em função de diferentes concentrações em soluções de CaCl_2 , KCl e NaCl.



Para várias outras espécies a germinação e o vigor foi reduzido com a adição de sal nas soluções, como em *Copaifera langsdorffii* (DICKMAN et al. 2005), *Mimosa tenuiflora* (BAKKE et al. 2006), *Mimosa caesalpiniiifolia* (RIBEIRO et al., 2008), para *Zizyphus joazeiro* (LIMA; TORRES, 2009).

Ferreira et al. (2013) trabalhando com sementes de *Cedrela odorata* sob estresse salino, utilizando os mesmos sais testados para este estudo, observou que os efeitos adversos na germinação e vigor de plântulas foram evidentes a partir da concentração de 25 mM.

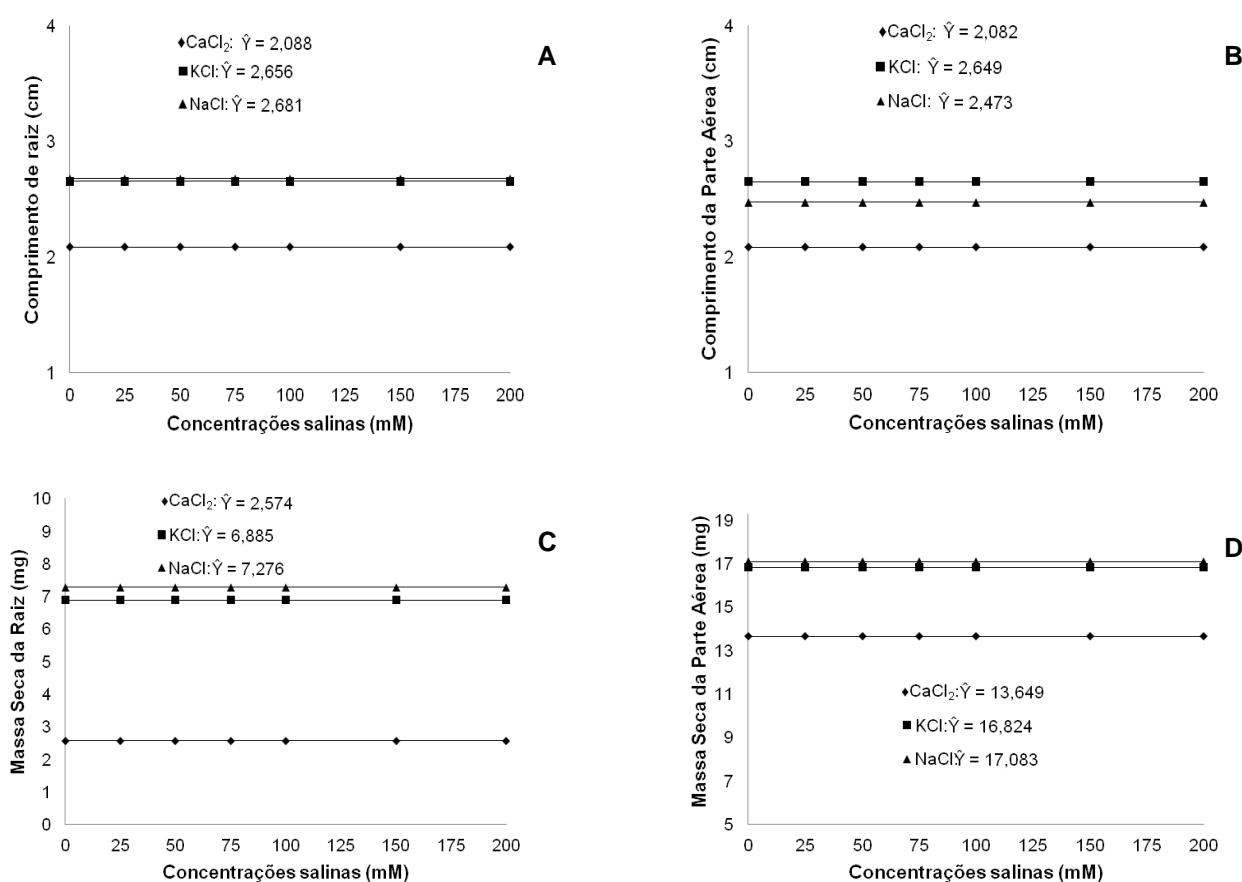
Os dados de comprimento e massa seca das plântulas não se ajustaram a equações de regressão que expliquem o comportamento dos sais CaCl_2 , KCl e NaCl (Figura 11 A, B, C e D), indicando que não houve influência das concentrações de sais para estas variáveis.

Existem diversos estudos que comprovam o efeito negativo dos sais no processo germinativo e desenvolvimento das plantas, contudo, para sementes de *P. platycephala* nas condições deste estudo verificou-se apenas para as variáveis germinação, IVG e TMG quando se utilizou os sais KCl e NaCl, somente a partir de 100 mM. Estes resultados

sugerem um possível ajuste osmótico das plântulas, uma vez que não se observou influência desses sais nas variáveis de crescimento.

Este ajuste osmótico ocorre por meio do acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos nas células, de modo a manter em níveis baixos a concentração salina no citoplasma, reduzindo assim o potencial osmótico celular, em resposta a queda no potencial hídrico do meio, e dessa forma garante absorção de água e maior resistência das plantas a tais condições (VIEIRA, 2006).

Figura 11 – Comprimento de raiz (A), Comprimento da parte aérea (B); Massa seca da raiz (C), Massa seca da parte aérea (D) de sementes de *Parkia platycephala* Benth., em função de diferentes concentrações em soluções de CaCl_2 , KCl e NaCl.



4.5. EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO

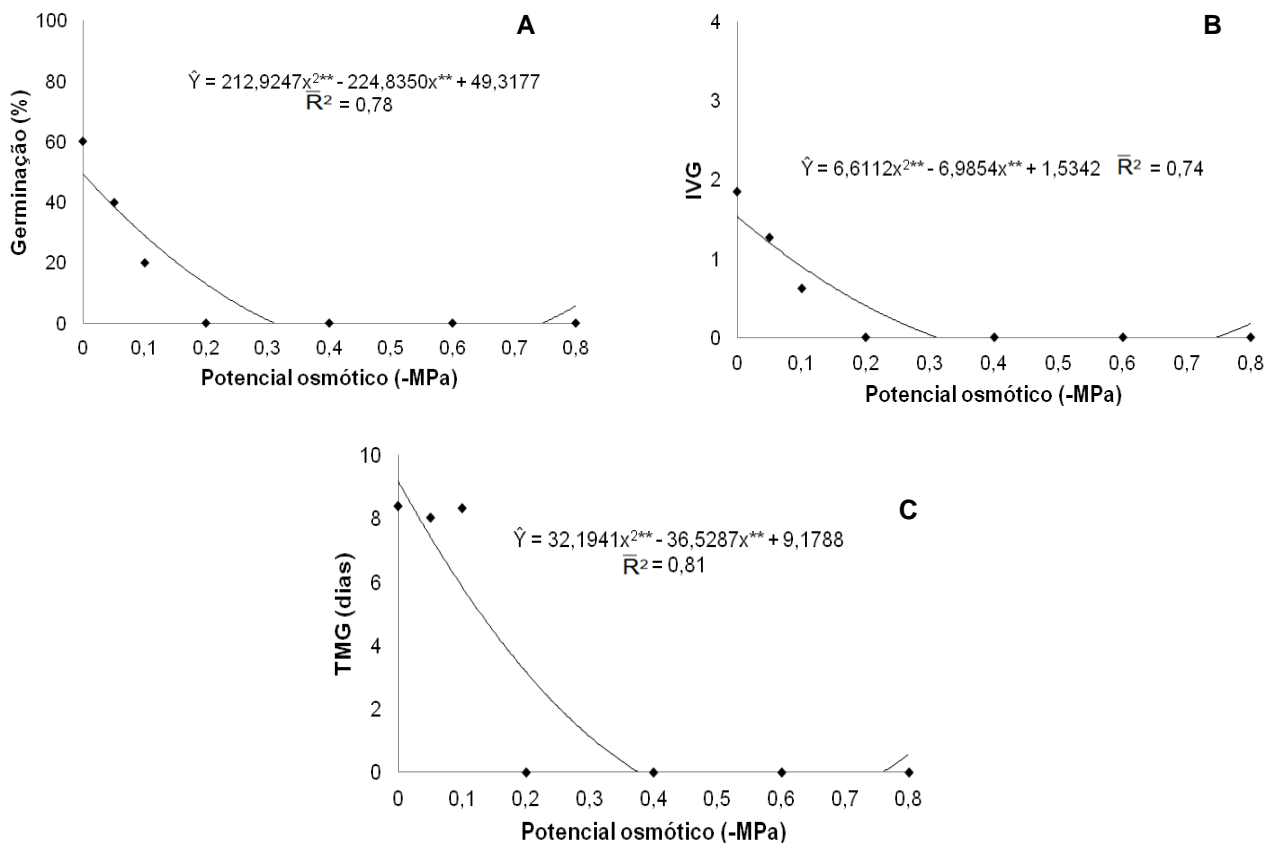
As condições de estresse hídrico simuladas por soluções de polietileno glicol (PEG 6000) influenciaram negativamente a maioria das variáveis analisadas neste estudo.

A porcentagem de sementes germinadas e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) declinaram com o aumento da restrição hídrica impostas pelos potenciais osmóticos

testados (Figuras 12 A e B). Os valores destas variáveis ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático.

A maior média de germinação (60%) foi observada para o tratamento controle, havendo uma redução de mais de 50% no potencial de -0,1 MPa, atingindo valores nulos em -0,2 MPa. Tais potenciais osmóticos simulam baixa deficiência hídrica, o que indica que a espécie *P. platycephala* apresenta baixa tolerância ao déficit hídrico, com limite entre -0,05 e -0,2 MPa. O mesmo comportamento foi verificado para o IVG.

Figura 12 - Porcentagem de germinação (A); Índice de velocidade de Germinação (IVG) (B) e Tempo Médio de Germinação (TMG) (C) de sementes de *Parkia platycephala* Benth., em função de diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000).



A redução significativa observada para porcentagem de germinação e o IVG com a diminuição dos potenciais osmóticos pode ser explicada pelo efeito do PEG 6000 sobre a absorção de água pelas sementes, pois a alta viscosidade e o peso molecular deste material promove um atraso na velocidade de hidratação dos tecidos e na difusão de O_2 , conseqüentemente gera maior necessidade de tempo para que ocorra a reorganização das

membranas e ativação dos processos metabólicos (BRACCINI et al., 1996; ANTUNES et al., 2011).

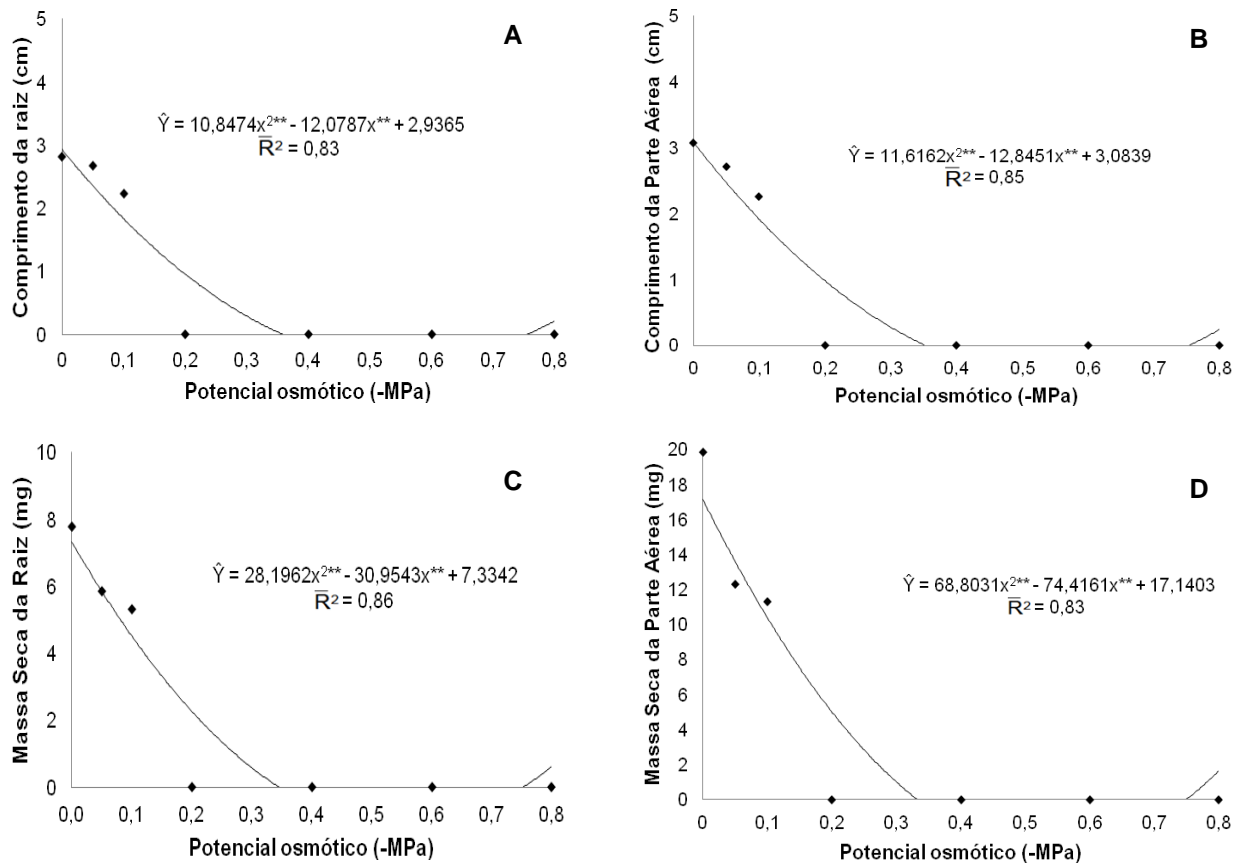
O déficit hídrico afeta tanto a porcentagem como a velocidade de germinação, por atuar diretamente nos processos de alongamento celular, sínteses de parede e ativação de atividades enzimáticas (MARCOS FILHO, 2005; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Vale ressaltar que há uma grande variação de respostas entre as espécies, encontrando-se desde aquelas tolerantes até as mais sensíveis (BEWLEY; BLACK, 1994), havendo um valor considerado limite para cada espécie, abaixo do qual a germinação não se completa (CARVALHO, 2005). Desse modo, pode-se esperar que sementes mais tolerantes apresentem vantagens ecológicas para garantir sua sobrevivência e estabelecimento em locais onde as mais sensíveis não germinaria (OLIVEIRA; GOMES-FILHO, 2009).

Na literatura também há referências de outras espécies que apresentam o mesmo comportamento quanto ao efeito negativo do déficit hídrico como em *Conzya canadensis* e *Conzya bonariensis* que a partir de -0,2 MPa não verificou-se germinação (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2010), para *Caesalpinia pyramidalis* o limite de tolerância encontra-se entre -0,8 e -1,0 MPa (ANTUNES et al., 2011), em *Anadenanthera colubrina* o limite situa-se entre -1,0 e -1,2 MPa (REGO et al., 2011), para *Urochloa ruziziensis* ocorreu redução a partir de -0,2 MPa (PEREIRA et al., 2012), em *Apeiba tibourbou* a faixa de tolerância está entre -0,4 e -0,6 MPa (GUEDES et al., 2013) e o limite para a espécie *Zeyheria Montana* encontra-se entre -0,6 e -0,8 MPa (KRATZ; BASSACO; NOGUEIRA, 2013). Estes resultados confirmam o relatado anteriormente de que as espécies apresentam respostas distintas quanto aos limites de tolerância a estas condições.

Os dados referentes ao Tempo Médio de Germinação (TMG) também se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 12 C). No geral tem-se constatado aumento do número de dias para o início da germinação com o aumento da restrição hídrica, como resultado das inúmeras limitações impostas pela deficiência deste recurso, a exemplo do observado em sementes de *Moringa oleifera* (RABBANI et al., 2012) e em sementes de *Erythrina falcata* (PELEGRINI et al., 2013). Comportamento este não observado para a *P. platycephala*, onde não ocorreram grandes variações no número de dias requeridos para germinação entre o potencial controle até -0,1 MPa, o que demonstra que esta variável foi menos sensível às condições de estresse hídrico.

No que se refere às variáveis comprimento e massa seca de raiz e parte aérea (Figura 13 A, B, C e D), todos os dados se ajustaram a modelos de resposta quadrática, observando um decréscimo acentuado em todas as variáveis com redução do potencial osmótico, com os limites estabelecidos entre -0,05 e -0,2 MPa.

Figura 13 – Comprimento de raiz (A), Comprimento da parte aérea (B); Massa seca da raiz (C), Massa seca da parte aérea (D) de sementes de *Parkia platycephala* Benth., em função de diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000).



A menor disponibilidade hídrica em potenciais osmóticos mais negativos pode acarretar diminuição na velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos, e devido a este fato as plântulas apresentam menor desenvolvimento. Deste modo, podem ocorrer menores comprimentos de plântulas e acúmulo de massa seca (RABBANI et al., 2012), conforme também observado para a *P. platycephala*. Taiz; Zeiger (2006) também mencionaram o efeito da deficiência hídrica no crescimento de plântulas, atribuindo este efeito a diminuição da expansão celular. Resultados semelhantes também foram encontrados por Ávila et al. (2007) em sementes de *Brassica napus* e Guedes et al. (2013) em *Apeiba tibourbou*.

Os dados obtidos neste estudo permitem inferir que sementes de *P. platycephala* provavelmente não germinariam em solos com potenciais acima de -0,1 MPa, o que representa uma dificuldade para o estabelecimento e sobrevivência desta espécie. Este baixo limite de tolerância ao déficit hídrico confere a essa espécie florestal nativa um caráter não adaptativo.

O conhecimento da tolerância das espécies a tais condições servem de subsídios na adequada indicação de usos das espécies a determinadas situações ecológicas, em especial

os sítios com menor disponibilidade hídrica (REGO et al., 2011), principalmente, em se tratando de espécies nativas, a exemplo da *P. platycephala* onde ainda há limitações de informações nessa linha de pesquisa.

4.6. PRODUÇÃO DE MUDAS

A análise de variância dos dados (Tabela 9) indicou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos diferentes substratos para todas as variáveis analisadas. Quanto ao fator recipiente houve efeito significativo para as seguintes variáveis: emergência, altura da parte aérea, comprimento da raiz principal e massa seca da parte aérea. Já para o fator ambiente, observa-se influência significativa apenas para as variáveis, emergência, altura da parte aérea, diâmetro do coleto e massa seca do sistema radicular. A interação entre os fatores ambientes \times substratos \times recipientes apresentou efeito significativo ($P \leq 0,05$) somente para a emergência, altura da parte aérea e diâmetro do coleto, indicando que os fatores atuam de maneira independente para as demais variáveis analisadas.

A emergência de sementes de *P. platycephala* mostrou-se rápida, iniciando-se ao 5º dia e prolongando-se até 15 dias após a semeadura. Neste período de avaliação as sementes apresentaram aproximadamente 70% de emergência. Neste contexto, é importante mencionar que neste mesmo estudo (item 4.1), em condições de laboratório e utilizando o mesmo lote de sementes, a porcentagem de germinação foi superior a 80% nos substratos vermiculita, pó de coco, bagaço de cana e tropstrato® em uma ampla faixa de temperatura.

Neste trabalho observa-se uma influência pronunciada dos fatores testados (Tabela 9). Esse fato evidencia que em espécies nativas de regiões semiáridas os fatores ambientais atuam como um mecanismo capaz de sincronizar a emergência no tempo certo, de forma a garantir o crescimento e desenvolvimento das plântulas, em função de flutuações de fatores ambientais, quando em seu ambiente natural (EDER-SILVA, 2006). Nestas condições, tais variações são indicativos de estratégias adaptativas das espécies como forma de distribuir sua germinação e encontrar condições ambientais favoráveis para o estabelecimento e a sobrevivência da espécie (OLIVEIRA; SCHLEDER; FAVERO, 2006).

Tabela 9 - Resumo da análise de variância da emergência e das características morfológicas das mudas de *Parkia platycephala* Benth., avaliadas aos 120 dias após a semeadura.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO						
		%E	H	DC	CR	MSPA	MSR	NF
Substrato (S)	3	3208,78*	603,55*	0,15*	184,99*	24,14*	1,55*	170,83*
Recipiente (R)	1	13202,11*	268,86*	0,00 ^{ns}	267,09*	30,85*	0,09 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Ambientes (A)	3	1646,24*	191,71*	0,01*	31,48 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,12*	3,83 ^{ns}
Bloco	3	31,84 ^{ns}	27,59 ^{ns}	0,01 ^{ns}	11,83 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,11*	8,82 ^{ns}
S x R	3	975,15*	288,54*	0,02*	126,11*	11,95*	0,09 ^{ns}	110,62*
S x A	9	502,42 ^{ns}	51,68*	0,009 ^{ns}	14,10 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,08*	7,31 ^{ns}
R x A	3	1472,87*	21,78 ^{ns}	0,006 ^{ns}	95,81*	0,11 ^{ns}	0,04 ^{ns}	2,26 ^{ns}
S x R x A	9	1027,29*	80,75*	0,01*	22,61 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,04 ^{ns}	5,58 ^{ns}
Resíduo	93	329,00	25,12	0,005	13,44	1,05	0,03	5,01
CV%		26,48	41,73	19,36	30,76	96,47	60,89	35,26

* ($p \leq 0,05$) e ^{ns} ($p > 0,05$), pelo teste F.

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; %E – porcentagem de emergência; H – altura; DC – diâmetro do coleto; CR – comprimento da raiz principal; MSPA – massa seca da parte aérea; MSR – massa seca do sistema radicular; NF – número de folhas.

As combinações (ambientes x substratos x recipientes) que proporcionaram melhores condições para emergência de plântulas de *P. platycephala* (Tabela 10) foram: ambiente pleno sol associado ao substrato esterco + vermiculita e o recipiente tubete, esterco + tropstrato[®], esterco + pó de coco e esterco + bagaço de cana ambos no recipiente saco de polietileno; no ambiente protegido com tela de sombrite a 50% em todos os substratos e recipientes testados; e nos ambientes protegidos com tela de sombrite a 25 e 75% na maioria dos substratos e recipientes, com exceção do esterco + pó de coco e esterco + bagaço de cana no recipiente saco de polietileno.

Sabe-se que a emergência e o desenvolvimento inicial de plântulas podem ser afetados em função das características físico-químicas do substrato, bem como das condições de luz e disponibilidade hídrica (ATROCH et al., 2001; SALOMÃO et al., 2003; MARTINS et al., 2011; PIEREZAN; SCALON; PEREIRA, 2012). As diferenças constatadas para a emergência de plântulas de *P. platycephala* em função das composições de substrato podem ser atribuídas às distintas características estruturais, que por sua vez podem gerar diferenças na capacidade de manutenção de umidade próximas as sementes, condições estas, que segundo Carvalho; Nakagawa (2012) são indispensáveis para garantir a uniformidade e a obtenção do estande desejado.

Tabela 10 - Emergência (%) de plântulas de *Parkia platycephala* Benth. em função da interação ambientes x substratos x recipientes

Níveis de sombreamento	Substratos							
	Esterco + vermiculira		Esterco + tropstrato®		Esterco + pó de coco		Esterco + bagaço de cana	
	Recipientes							
	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete
Pleno sol 0%	37,5 Ab β	87,5 Aa α	83,3 Aa α	58,3 Bba α	58,3 Aaba α	50,0 Bba α	54,2 Aaba α	50,0 Bba α
Tela sombrite 25%	54,2 Aa α	75,0 Aa α	83,3 Aa α	91,7 ABa α	16,7 Bb β	70,8 ABa α	58,3 Aa α	74,9 ABa α
Tela sombrite 50%	62,5 Aa α	70,8 Aa α	70,8 Aa α	87,5 ABa α	50,0 ABa α	74,9 ABa α	70,8 Aa α	91,7 Aa α
Tela sombrite 75%	62,5 Aaba α	79,2 Aa α	83,3 Aa α	100,0 Aa α	49,9 ABab β	95,8 Aa α	37,5 Ab β	100,0 Aa α

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna (ambiente), minúscula na linha (diferentes substratos e mesmo recipiente) e médias seguidas pela mesma letra grega na linha (diferentes recipientes e mesmo substrato) não diferem entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5%. *(significativo a 5%) e ^{ns}(não significativo)

Contudo, Figliolia; Oliveira; Piña-Rodrigues (1993) enfatizaram a importância de se considerar as interações entre os fatores que atuam sobre o processo de germinação e emergência, uma vez que a capacidade de retenção de água e a quantidade de luz que o substrato permite chegar à semente podem acarretar respostas germinativas distintas.

Na grande maioria dos tratamentos testados, observa-se comportamento indiferente nos níveis de sombreamento, independente dos substratos e recipientes utilizados, obtendo-se valores satisfatórios para emergência de plântulas da espécie estudada tanto em ambiente sombreado quanto a pleno sol, fato este que corrobora com o resultado obtido para o experimento com fotoperíodo, onde a espécie apresentou comportamento neutro quanto aos regimes testados. Tal fato pode ser explicado devido às duas regas diárias (manhã e tarde) realizadas até a estabilização da emergência evitando a perda de umidade do substrato, e em função das características inerentes a espécie quanto à necessidade de luz.

Com relação ao crescimento em altura aos 120 dias após a semeadura (Tabela 11), foram obtidas plantas de *P. platycephala* com os maiores valores de altura nos ambientes com níveis de sombreamento de 25 e 50% (32,7 e 24,8 cm, respectivamente), utilizando-se o substrato esterco + tropstrato[®] e o recipiente saco de polietileno preto. Este resultado pode ser justificado devido às características químicas como pH, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Soma de Bases (SB) e Capacidade de Troca Catiônica (T) (Tabela 1) e físicas desta composição de substrato.

Esse conjunto de características do substrato esterco + tropstrato[®] possivelmente proporcionou melhores condições para o desenvolvimento das plantas do que os demais substratos. Isso porque o pH em níveis elevados pode causar redução da disponibilidade de fósforo e de outros nutrientes, o que pode ter ocorrido com as composições esterco + vermiculita e esterco + bagaço de cana, que apresentaram valores de pH superiores a 8,0 (Tabela 1). Associado ainda ao efeito do sombreamento, que provavelmente induziu às plantas a alocarem uma maior parte dos recursos metabólicos para o crescimento em altura na busca de luz, devido à baixa disponibilidade deste recurso nestes ambientes. O que confirma o relatado por Taiz; Zeiger (2009), em que plantas sob condições de sombreamento tendem a apresentar alongamento do caule, com o intuito de evitar a baixa irradiância do ambiente. Somado ainda ao efeito do recipiente saco de polietileno, no qual o sistema radicular encontrou melhores condições do que o tubete para o desenvolvimento e absorção de água e nutrientes no substrato esterco + tropstrato[®], consequentemente ocasionando um maior crescimento da parte aérea.

Porém, é importante ressaltar que outras combinações proporcionaram resultados satisfatórios para o crescimento das mudas (Tabela 11), como o ambiente a pleno sol,

Tabela 11- Valores médios de altura (cm) da parte aérea de mudas de *Parkia platycephala* Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes

Níveis de sombreamento	Substratos							
	Esterco + vermiculira		Esterco + tropstrato®		Esterco + pó de coco		Esterco + bagaço de cana	
	Recipientes							
	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete
Pleno sol 0%	4,5 Bb α	5,9 Aa α	14,7 Ca α	8,6 Aa α	6,1 Aab α	7,5 Aa α	13,6 ABab α	6,1 Aa β
Tela sombrite 25%	7,0 Bc β	9,7 Aa α	32,7 Aa α	12,9 Aa β	4,6 Aca α	10,7 Aa α	20,8 Ab α	10,9 Aa β
Tela sombrite 50%	8,4 Bbc α	11,2 Aa α	24,8 ABa α	12,9 Aa β	6,0 Aca α	10,8 Aa α	16,2 ABab α	11,2 Aa α
Tela sombrite 75%	19,4 Aa α	9,1 Aa β	19,0 BCa α	16,7 Aa α	7,1 Ab α	11,4 Aa α	10,2 Bab α	13,0 Aa α

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna (ambiente), minúscula na linha (diferentes substratos e mesmo recipiente) e médias seguidas pela mesma letra grega na linha (diferentes recipientes e mesmo substrato) não diferem entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5%. *(significativo a 5%) e ^{ns}(não significativo)

utilizando-se os substratos esterco + vermiculita e esterco + tropstrato[®], ambos no recipiente tubete, esterco + pó de coco nos recipientes saco e tubete e esterco + bagaço de cana em saco de polietileno; No ambiente de tela de sombrite a 25% com os substratos esterco + vermiculita e esterco + pó de coco no recipiente tubete; enquanto no nível de sombreamento 50% com os substratos esterco + vermiculita e esterco + pó de coco produzidas em tubetes e esterco + bagaço de cana nos dois recipientes (saco de polietileno e tubete); bem como no ambiente com tela de sombrite a 75% nos substratos esterco + vermiculita em saco de polietileno, esterco + tropstrato[®], esterco + pó de coco e esterco + bagaço de cana com o recipiente tubete.

Alguns autores tem destacado o efeito positivo do sombreamento em relação aos tratamentos a pleno sol no crescimento em altura para as espécies florestais como a *Psidium cattleianum*, *Swietenia macrophylla* King. e *Dipteryx alata* Vog. (ORTEGA et al., 2006; TEIXEIRA et al., 2012; QUEIROZ; FIRMINO, 2014; respectivamente).

Quanto ao diâmetro do coleto (Tabela 12), observa-se que na maioria das vezes, o tubete se destacou em relação ao saco de polietileno, independente do ambiente de sombreamento e substrato utilizados para produção das mudas. Os melhores resultados encontrados foram obtidos quando usadas às combinações esterco + vermiculita e esterco + tropstrato[®] em todos os níveis de sombreamento; esterco + pó de coco e esterco + bagaço de cana na maioria dos ambientes de sombreamento, exceto no ambiente com tela de sombrite de 75%.

Ao se utilizar o recipiente saco de polietileno, vale destacar a combinação esterco + tropstrato[®] em tela de sombrite a 25%, em que se obsevou o maior diâmetro do coleto (0,61 mm), coincidindo com o verificado para a variável altura da parte aérea (32,7 cm), evidenciando a resposta das mudas às limitações impostas pelo volume do recipiente. Geralmente, mudas produzidas em recipientes maiores tendem a apresentarem maiores diâmetros, porém recipientes de maior volume podem aumentar os custos da produção de mudas, transporte e operações no campo (CARNEIRO, 1995).

A influência positiva do volume dos recipientes tem sido constatada por diversos autores sobre o crescimento de mudas de espécies florestais, tais como *Cordia trichotoma* e *Jacaranda micranta* (MALAVASI; MALAVASI, 2006), *Peltophorum dubium* (BRACHTVOGEL; MALAVASI, 2010), *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia chrysotricha* e *Parapiptadenia rigida* (FERRAZ; ENGEL, 2011) e *Tabebuia aurea* (ÉDER-SILVA, 2014).

Assim como a altura, o diâmetro do coleto é considerado uma variável fundamental para predizer o padrão de qualidade das mudas e a avaliação do potencial de sobrevivência das espécies florestais em condições de campo (CARNEIRO, 1995; SOUZA et al., 2006; GOMES; PAIVA, 2011). Ainda segundo estes autores é possível se observar dentro de uma

Tabela 12- Diâmetro (mm) do coleto de mudas de *Parkia platycephala* Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes

Níveis de sombreamento	Substratos							
	Esterco + vermiculira		Esterco + tropstrato®		Esterco + pó de coco		Esterco + bagaço de cana	
	Recipientes							
	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete
Pleno sol 0%	0,28 Abα	0,32 Aaα	0,47 Baα	0,38 Aaα	0,31 Abα	0,33 Aaα	0,40 Aabα	0,29 Aaβ
Tela sombrite 25%	0,30 Abα	0,37 Aaα	0,61 Aaα	0,46 Aaβ	0,25 Abβ	0,36 Aaα	0,35 Abα	0,33 Aaα
Tela sombrite 50%	0,31 Abα	0,37 Aaα	0,44 Baα	0,43 Aaα	0,27 Abα	0,34 Aaα	0,36 Aabα	0,34 Aaα
Tela sombrite 75%	0,35 Aaα	0,31 Aabα	0,41 Baα	0,44 Aaα	0,31 Aabα	0,29 Abα	0,21 Bbα	0,30 Abα

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna (ambiente), minúscula na linha (diferentes substratos e mesmo recipiente) e médias seguidas pela mesma letra grega na linha (diferentes recipientes e mesmo substrato) não diferem entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5%. *(significativo a 5%) e ^{ns}(não significativo)

mesma espécie uma maior sobrevivência de plântulas de maior diâmetro, devido estas possuírem a capacidade de equilibrar o crescimento da parte aérea e formação de novas raízes.

As plantas com menores diâmetros tendem a apresentar índices baixos de sobrevivência em campo, por se tornarem susceptíveis a ação dos fatores bióticos e abióticos podendo ocasionar o tombamento, morte ou deformações das mudas (DAVIDE; FARIA, 2008; SOBRINHO et al., 2010).

Os maiores valores de comprimento da raiz principal de mudas de *P. platycephala* (Tabela 13) foram obtidos quando produzidas em recipiente saco de polietileno utilizando o substrato esterco + tropstrato[®], independente do ambiente (19,3; 22,6; 21,7 e 16,0). Além disso, as mudas produzidas neste recipiente em condições de pleno sol com os substratos esterco + vermiculita e esterco + bagaço de cana e no ambiente com 75% de sombra com os substratos esterco + vermiculita e esterco + pó de coco, também apresentaram bom desempenho. Quando testado o recipiente tubete os melhores resultados foram encontrados ao se utilizar esterco + pó de coco, em todos os níveis de sombreamento; esterco + vermiculita e esterco + bagaço de cana, para todas as condições de sombreamento, exceto a pleno sol; e esterco + tropstrato[®] com 25% de sombreamento.

O fato de terem sido observados os maiores valores de comprimento da raiz principal no saco de polietileno, pode ser atribuído ao maior espaço, volume de substrato e a menor restrição de crescimento radicular imposta às plantas. Isto corrobora com a afirmação de Viana et al. (2008), que o crescimento do sistema radicular esta intrinsecamente correlacionado com o tamanho do recipiente. Segundo Reis et al. (2012) as mudas que apresentam raízes bem desenvolvidas permitem um melhor estabelecimento, e conseqüentemente facilitam a absorção de nutrientes e água, deste modo, quando as condições são escassas, a espécie será capaz de sobreviver por mais tempo no campo.

Paiva; Gomes (2000) comentaram que o saco plástico tem apresentado melhores resultados para diferentes variáveis em comparação com outros recipientes utilizados na produção de mudas de espécies florestais nativas, entretanto o envelhecimento das raízes é citado, por estes autores, como uma desvantagem, deste recipiente.

Em relação ao número de folhas, observa-se na Tabela 14 que houve interação significativa ($P \leq 0,05$) apenas para o fator substrato \times recipiente com destaque novamente para a combinação esterco + tropstrato[®] e o saco de polietileno, independente do nível de sombreamento, obtendo-se o maior número de folhas (em média 12 folhas). Bem como as mudas que estavam protegidas por tela de sombrite de 50% com o substrato esterco + bagaço de cana e em tela de sombrite 75% associado ao substrato esterco + vermiculita .

Tabela 13- Comprimento (cm) da raiz principal de mudas de *Parkia platycephala* Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes

Níveis de sombreamento	Substratos							
	Esterco + vermiculira		Esterco + tropstrato®		Esterco + pó de coco		Esterco + bagaço de cana	
	Recipientes							
	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete
Pleno sol 0%	13,7 Aabα	6,0 Aaβ	19,3 Aaα	9,0 Aaβ	11,5 ABbα	6,7 Aaα	14,3 Aabα	5,8 Aaβ
Tela sombrite 25%	9,4 Abα	10,8 Aaα	22,6 Aaα	11,3 Aaβ	6,0 Bbβ	11,8 Aaα	11,8 ABbα	10,9 Aaα
Tela sombrite 50%	10,5 Abα	11,3 Aaα	21,7 Aaα	12,1 Aaβ	13,8 Abα	11,9 Aaα	12,0 ABbα	12,4 Aaα
Tela sombrite 75%	11,0 Aabα	11,7 Aaα	16,0 Aaα	11,9 Aaα	13,2 Aabα	11,7 Aaα	6,7 Bbβ	12,1 Aaα

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna (ambiente), minúscula na linha (diferentes substratos e mesmo recipiente) e médias seguidas pela mesma letra grega na linha (diferentes recipientes e mesmo substrato) não diferem entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5%. *(significativo a 5%) e ^{ns}(não significativo)

Tabela 14– Número de folhas de mudas de *Parkia platycephala* Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes

Níveis de sombreamento	Substratos							
	Esterco + vermiculira		Esterco + tropstrato®		Esterco + pó de coco		Esterco + bagaço de cana	
	Recipientes							
	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete
Pleno sol 0%	2,0 Bc α	4,7 Aa α	13,0 Aa α	8,4 Aa β	2,6 Ac β	7,5 Aa α	7,9 Ab α	5,0 Aa α
Tela sombrite 25%	2,5 Bc β	6,0 Aa α	11,9 Aa α	6,0 Aa β	1,2 Ac β	6,4 Aa α	6,6 Ab α	6,2 Aa α
Tela sombrite 50%	5,8 ABc α	5,8 Aa α	11,3 Aa α	7,1 Aa β	3,5 Ac α	6,5 Aa α	7,3 Aab α	6,4 Aa α
Tela sombrite 75%	7,2 Aab α	5,5 Aa α	11,4 Aa α	7,3 Aa β	2,1 Ac β	5,6 Aa α	5,6 Abc α	6,0 Aa α

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna (ambiente), minúscula na linha (diferentes substratos e mesmo recipiente) e médias seguidas pela mesma letra grega na linha (diferentes recipientes e mesmo substrato) não diferem entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5%. *(significativo a 5%) e ^{ns}(não significativo).

Quando foi utilizado o recipiente tubete verificou-se que as combinações com os substratos esterco + vermiculita, esterco + pó de coco e esterco + bagaço de cana apresentaram resultados satisfatórios para o número de folhas por planta, independente do ambiente testado.

O número de folhas combinado com o crescimento da planta (altura e diâmetro) representa uma das características morfológicas mais importantes para realização de estimativas quanto ao crescimento, sobrevivência e estabelecimento de mudas no campo após o plantio (CARNEIRO, 1995). Essas variáveis são amplamente utilizadas por servir de subsídios para definição da qualidade da muda, por atuar de forma direta no acúmulo de biomassa (CÂMARA; ENDRES, 2008; SANTOS et al., 2014).

Esta característica pode influenciar diretamente o desenvolvimento da planta, uma vez que estas são consideradas como principal local responsável pela alocação de recursos, por meio de processos fotossintéticos, além de serem regiões de reservas, fonte de auxinas e cofatores de enraizamento, atuando na formação de novos tecidos (HARTMANN et al., 1997; LIMA et al., 2008; CAMPOS et al., 2008). Assim, plantas com maior número de folhas têm maior disponibilidade de fotoassimilados (LIMA et al., 2008), e conseqüentemente maior será o crescimento em altura e diâmetro das mesmas (CAMPOS et al., 2008).

As mudas produzidas na combinação esterco + tropstrato[®] com o saco de polietileno, independente do ambiente, produziram em média de 11 a 13 folhas por planta. Esta variável é utilizada pelas empresas florestais para indicar o padrão de qualidade de mudas de espécies florestais nativas (PAIVA; GOMES, 2000). Segundo estes autores estas empresas consideram mudas de qualidade aquelas que apresentam no mínimo um número de folhas acima ou igual a três pares, sendo assim o resultado obtido neste presente estudo mostram que a maioria das combinações apresentou valores acima do mencionado.

Com relação à massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR), verificam-se que foram encontradas diferenças significativas entre os substratos para ambas as variáveis (Tabela 9). Havendo interação ($P \leq 0,05$) entre os fatores substrato x recipiente para massa seca da parte aérea e substrato x ambiente para massa seca do sistema radicular.

A composição esterco + tropstrato[®] proporcionou maior acúmulo de massa seca da parte aérea quando utilizou-se o recipiente saco de polietileno, em condições de 25 e 50% de sombreamento (Tabela 15), coincidindo com o comportamento observado para a altura da parte aérea (Tabela 11).

A maior produção de MSPA de mudas produzidas no substrato esterco + tropstrato[®] pode ser atribuída ao maior teor de Ca encontrado no mesmo, em comparação aos demais

testados (Tabela 1). Isso se deve ao fato deste elemento químico atuar tanto no processo de síntese de parede celular, quanto como mensageiro formando um complexo conhecido como Cálcio-calmodulina, complexo este, que regula diversos processos metabólicos (TAIZ e ZEIGER, 1998). Associado a este fator, o maior volume desse substrato no recipiente saco de polietileno, possivelmente favoreceu a exploração de maior quantidade de nutrientes e água, proporcionando assim, melhores condições para o desenvolvimento e acúmulo de biomassa da parte aérea das mudas.

A massa seca do sistema radicular (MSR) de mudas de *P. platycephala* também foi influenciada pela mistura esterco + tropstrato[®], apresentando os maiores valores para esta variável, porém, constatou-se diferença entre os recipientes testados apenas, para o ambiente a pleno sol. O melhor resultado para MSR foi obtido no saco de polietileno com o nível de sombreamento de 25% (0,95 mg/pântula) (Tabela 16). Este resultado pode indicar que as mudas cultivadas a pleno sol estavam expostas a uma maior restrição hídrica, e deste modo, o recipiente saco, com maior volume de substrato possivelmente disponibilizou maior quantidade de água às mudas. Ao contrário do esperado, o fato do tipo de recipiente não ter gerado diferença para MSR pode estar relacionado ao tempo de permanência das mudas no viveiro, não sendo suficiente para expressar estas diferenças.

Nota-se ainda, que apesar de ter sido observada diferença entre os recipientes para o comprimento da raiz principal, não se constatou diferença para MSR. Para Melo; Cunha (2008) este comportamento pode ser explicado em função da MSR ser constituída por raízes principal e secundária, enquanto que a medida de comprimento abrange apenas a raiz principal. Este comportamento também foi observado por Conforto et al. (2014) trabalhando com produção de mudas de *Erythrina mulungu* (Mart. Ex. Benth.).

Tabela 15- Massa seca (g) da parte aérea de mudas de *Parkia platycephala* Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes

Níveis de sombreamento	Substratos							
	Esterco + vermiculira		Esterco + tropstrato®		Esterco + pó de coco		Esterco + bagaço de cana	
	Recipientes							
	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete
Pleno sol 0%	0,11 Bb α	0,18 Aa α	2,67 Ba α	0,66 Aa β	0,30 Ab α	0,31 Aa α	1,74 Aab α	0,11 Aa β
Tela sombrite 25%	0,24 Bb α	0,43 Aa α	4,64 Aa α	1,15 Aa β	0,12 Ab α	0,57 Aa α	1,79 Ab α	0,56 Aa α
Tela sombrite 50%	0,95 ABb α	0,61 Aa α	4,19 ABa α	1,04 Aa β	0,29 Ab α	0,56 Aa α	1,94 Ab α	0,63 Aa α
Tela sombrite 75%	2,15 Aab α	0,29 Aa β	2,98 ABa α	1,09 Aa β	0,18 Aa α	0,41 Aa α	0,53 Ab α	0,50 Aa α

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna (ambiente), minúscula na linha (diferentes substratos e mesmo recipiente) e médias seguidas pela mesma letra grega na linha (diferentes recipientes e mesmo substrato) não diferem entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5%. *(significativo a 5%) e ^{ns}(não significativo)

Tabela 16- Massa seca (g) do sistema radicular de mudas de *Parkia platycephala* Benth., aos 120 dias após a semeadura, em função da interação ambientes x substratos x recipientes

Níveis de sombreamento	Substratos							
	Esterco + vermiculira		Esterco + tropstrato®		Esterco + pó de coco		Esterco + bagaço de cana	
	Recipientes							
	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete	Saco	Tubete
Pleno sol 0%	0,08 Bba	0,09 Aaa	0,74 ABaa	0,34 Baβ	0,11 Abα	0,16 Aaa	0,42 Aaba	0,13 Aaβ
Tela sombrite 25%	0,08 Bba	0,24 Abα	0,95 Aaa	0,71 Aaa	0,09 Abα	0,19 Abα	0,26 Abα	0,28 Abα
Tela sombrite 50%	0,51 Aaba	0,36 Aaba	0,67 ABaa	0,58 ABaa	0,10 Aca	0,17 Abα	0,25 Abca	0,27 Aaba
Tela sombrite 75%	0,29 ABaba	0,12 Abα	0,54 Baα	0,49 ABaa	0,10 Abα	0,13 Abα	0,11 Abα	0,19 Aaba

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna (ambiente), minúscula na linha (diferentes substratos e mesmo recipiente) e médias seguidas pela mesma letra grega na linha (diferentes recipientes e mesmo substrato) não diferem entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5%. *(significativo a 5%) e ^{ns}(não significativo)

5. CONCLUSÕES

- Para sementes de *Parkia platycephala* Benth., os testes de germinação e vigor devem ser conduzidos na temperatura alternada de 25-35°C combinada com o substrato vermiculita.
- A temperatura de 40°C não é recomendada na avaliação da germinação de sementes e o vigor de plântulas de *P. platycephala* para os substratos testados neste estudo.
- As sementes de *P. platycephala*, na temperatura de 25-35°C e substrato vermiculita, apresentaram comportamento quanto ao fotoperíodo, que podem ser classificadas como fotoblásticas neutras.
- Recomenda-se o umedecimento do substrato vermiculita a 70% para o teste de germinação de sementes e o vigor de plântulas de *P. platycephala*, embora não tenha havido diferença entre os tratamentos de 50, 60, 70 e 80% da capacidade de retenção.
- A germinação e o vigor das sementes de *P. platycephala* mantêm-se elevados até a concentração de 100 mM de KCl e NaCl.
- As sementes de *P. platycephala* mostraram-se tolerantes ao cloreto de cálcio (CaCl₂).
- As sementes de *P. platycephala* não toleram o estresse hídrico simulado por PEG 6000, suportando o estresse até o potencial osmótico de -0,1 MPa.
- Houve influência dos fatores testados (ambientes × substratos × recipientes) no crescimento das mudas de *P. platycephala*.
- O recipiente saco de polietileno combinado com o substrato esterco + tropstrato[®] (1:1) em ambiente protegido com tela de sombrite de 25 e 50% podem ser recomendados para produção de mudas de *P. platycephala*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABENSUR, F.O. et al. Tecnologia de sementes e morfologia da germinação de *Jacaranda copaia* D. Don (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.2, p.60-62, 2007.
- 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. Estádio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.2, p.227-230, 2006.
- ALMEIDA, L. P. et al. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 83-88, 2004.
- ALVES, A. A. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em diferentes tamanhos de partículas. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1045-1051, 2007.
- ALVES, E. U. et al. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.169-178, 2002.
- ALVES, E.U. et al. Effect of temperature and substrate on germination of *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert seeds. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 113-118, 2011.
- ALVES, M. M. et al. Potencial fisiológico de sementes de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - Fabaceae submetidas a diferentes regimes de luz e temperatura. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 42, n. 12, 2012.
- AMORIM, J.R.A. et al. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.37, n.2, p.167-176, 2002.
- ANDRÉO-SOUZA, Y. et al. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n. 2, p.083-092, 2010.
- ANDRIOLO, J. L. et al. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v.17, n.3, p.215-219, 1999.
- ANTUNES, C.G.C. et al. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Catingueira) submetidas a deficiência hídrica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.5, p.1007-1015, 2011.
- ARAÚJO, A.P.; SOBRINHO, S.P. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) MORONG) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, Edição Especial, p.581-588, 2011.
- ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* LINK submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, p. 853-862, 2001.

ÁVILA, M.R. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, MG, v.29, n.1, p.98-106, 2007.

AZEREDO, G. A. et al. Umedecimento e substratos para germinação de sementes de repolho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 77-82, 2010.

AZERÊDO, G.A.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V. Temperatura e substrato para a germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.39, n.92, p.479-488, 2011.

AZEVEDO, C. F. et al. Germinação de sementes de cabaça em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 354-357, 2010.

BAKKE, I.A. et al. Water and sodium chloride effects on *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret seed germination. **Caatinga**, Mossoró, RN, v.19, n.3, p.261-267, 2006.

BARRETO, H.B.F. et al. Efeito da irrigação com água salina na germinação de sementes de sábia (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth). **Revista Verde**, Mossoró, RN, v.5, n.3, p. 125-130, 2010.

BELLO, E. P.B.S. et al. Germinação de sementes de **Amburana acreana** (Ducke) submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.16-24, 2008.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. 1994. **Seeds: physiology of development and germination**. Plenum Press, New York, 445 p.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. Cap.3, p.83-135.

BRACCINI, A.L. et al. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.18, n.2, p.10-16, 1996.

BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 2, p. 223-232, 2010.

BRAGA, L.F. et al. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, v.36, n.78, p.157-163, 2008.

BRANCALION, P.H.S. et al. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.225-232, 2008.

BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4 p.015 - 021, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399p.

BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**. v.25, p.361-370, 2002.

CÂMARA, C. A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 43-51, 2008.

CAMPOS, M.C.C. et al. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p.61-66, 2008.

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

CARON, B. O. et al. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 20, n. 4, p. 683-689, 2010.

CARVALHO FILHO, J.L.S. et al. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Revista Cerne**. Lavras-MG, v.9, n.1, p. 109-118, 2003.

CARVALHO FILHO, J.L.S.. Produção de mudas de *Cassia grandis* L. em diferentes ambientes, recipientes e misturas de substratos. **Revista Ceres**, v.49, n.284, p.341-352, 2002.

CARVALHO, C. J. R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* [S. parahyba var. amazonicum] e *Schizolobium parahyba* [Schizolobium parahybum] à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.907-914, 2005.

CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.15-25, 2006.

CARVALHO, N. M.; NAGAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CECCON, E.; HUANTE, P.; RINCÓN, E. Abiotic factors influencing Tropical dry Forests regeneration. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, p. 305-312, 2006.

CETNARSKI FILHO, R.; CARVALHO, R. I. N. Massa da amostra, substrato e temperatura para teste de germinação de sementes de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.3, p.257-265, 2009.

COIMBRA, R.A.; TOMAZ, C.A.; MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.92-97, 2007.

CONFORTO, E. C. et al. Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de *Erythrina mulungu* (Mart. ex. Benth). **Revista Agrarian**, Dourados, v.7, n.24, p.197-204, 2014.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 4.ed. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 2001. 467p.

CUNHA, A. M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DANNER, M.A. et al. Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal-SP. v. 29, n. 1, p. 179-182, 2007.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Viveiros Florestais. In: DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. (Eds). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1. ed. Lavras: MG, UFLA, 2008, cap.2, p.83-124.

DICKMANN, L. et al. Comportamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, MT, v.3, p.64-75, 2005.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas. 1999. p. 28-38.

DUTRA, T.R. et al. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

ÉDER-SILVA, E. **Frutíferas Nativas do Nordeste: morfologia, germinação e citogenética**. 2006. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, UFPB/CCA.

ÉDER-SILVA, E. Produção de mudas de *Tabebuia aurea* (MANSO) BENTH. & HOOK. F. EX. S. MOORE (BIGNONIACEAE) com qualidade em diferentes embalagens e substratos. **Conex. Ci. e Tecnol.** Fortaleza-CE, v. 8, n. 2, p. 40 - 47, 2014.

FANTI, S.C.; PEREZ, S. C.J.G.A. Efeito de estresse hídrico e salino na germinação de *Bauhinia forficata* Link. **Revista Ceres**, v.43, n.249, p.654-662, 1996.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.4, p.537-543, 2003.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.9, p.903-909, 2004.

FARIAS, S.G.G. et al. Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes de gliricídia (*Gliricidia sepium* (JACQ.) STEUD.). **Revista Caatinga**, v.22, n.4 p.152-157, 2009.

FERRAZ, A.V.; ENGEL, V.L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex dc.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.413-423, 2011.

FERREIRA, A.G. et al. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, SP, v.15, n.2, p.231-242, 2001.

FERREIRA, E. G. B. S. et al. Processo germinativo e vigor de sementes de *Cedrela odorata* L. sob estresse salino. **Ciência Florestal**, v.23, n.1, p. 99-105, 2013.

FERREIRA, E.G.B.S. et al. Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de crista-de-galo em diferentes substratos. **Scientia Agraria**, Curitiba-PR, v.9, n.2, p.241-244, 2008.

FERREIRA, E.G.B.S. **Potencial fisiológico de sementes e produção de mudas de espécies florestais ocorrentes na caatinga de Pernambuco**. 2013. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, Recife.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Ed.). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 37-74.

FILHO, N. L.; BORGES, E. E.L. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* MART.). **Revista Brasileira de Sementes**. v. 14, n. 1, p. 57-60. 1992.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Santa Rosa: ANORGS, 2004. 19 p. (Caderno Didático, 2).

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por traz do que se vê. Passo Fundo: UPF, 2008. 536 p.

GARCIA, V. A. et al. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) utilizando resíduo de mineração de areia como componente de substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 22, n. 3, p. 445-455, 2012.

GENTIL, D. F. O.; TORRES S. B. Umedecimento do substrato e germinação de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília-DF, v. 23, n. 2, p. 113-116, 2001.

GODOI, S.; GRANDIS, A.; TAKAKI, M. A germinação de sementes de *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae) é controlada pelo fitocromo. **Naturalia**, Rio Claro, v.32, p.13-22, 2009.

GÓIS, V.A.; TORRES, S.B.; PEREIRA, R.A. Germinação de sementes de maxixe submetidas a estresse salino. **Caatinga**, v.21, n.4, p.64-67, 2008.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais**: propagação sexuada. Viçosa: Editora UFV, 2011. 116 p.

GONÇALVES, F. G.; GOMES, S. S.; GUILHERME, A. L. Efeito da luz na germinação de sementes de *Guatteria gomeziana* (Unonopsis lindmanii R. E. Fr.). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 4, n. 8, p. 1-8, 2006.

GUEDES, R.S. et al. Germinação de sementes de *Cereus jamacaru* DC. em diferentes substratos e temperaturas. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.31, n.1, p.159-164, 2009.

GUEDES, R.S. et al. Germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 33, n. 4, p. 445-450, 2011.

GUEDES, R.S. et al. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013.

GUEDES, R.S. et al. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.34, n.1, p.57-64, 2010.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **Cerne**, Lavras, v.17, n.4, p.525-531, 2011.

GULCU, S. et al. The effects of different pot length and growing media on seedling quality of Crimean juniper (*Juniperus excels* Bieb.). **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 14, p. 2101-2107, 2010.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T. **Plant propagation: principles and practices**. 6.ed. New jersey: prentice hall international, 1997. 770p.

HENICKA, G.S. et al. Germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr.: temperatura, fotoblastismo e estresse salino. **Revista Agro-Ambientais**, v.4, n.1, p.37-46, 2006.

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

IOSSI, E. et al. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, RS, v.25, n.2, p.63-69, 2003.

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

KISSMANN, C. et al. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenantha pavonina* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.32, n.2, p.668-674, 2008.

KRATZ, D.; BASSACO, M.V.M.; NOGUEIRA, A.C. Influence of water stress on germination of *Zeyheria Montana*. **J. Biotec. Biodivers**. v. 4, n. 2, p. 140-145, 2013.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531p.

LIMA JUNIOR, M. J. V. et al. **Manual de procedimentos de análise de sementes florestais**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 2011. 83 p.

LIMA, B.G.; TORRES, S.B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v.22, n.4, p.93-99, 2009.

LIMA, C.R. et al. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* TUL. **Revista Brasileira de Sementes**, vol.33, n.02, p.216-222, 2011.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da luz no crescimento de plântulas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.4, n.8, p.1-10, 2006.

- LIMA, J.D. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.30, n.4, p.513-518, 2006.
- LIMA, J. D. et al. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.
- LIMA, M.G.S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.54-61, 2005.
- LISBOA, A.C. et al. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.4, p.603-609, 2012.
- LOPES, J.C.; MACEDO, C.M.P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.30, n.3, p.79-85, 2008.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2002, 174p.
- LORENZI, H. SOUZA, V. C. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGII**. 2. ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2006. 310p.
- MACEDO, M.C. et al. Produção de mudas de Ipê-branco em diferentes substratos. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 1, p. 95-102, 2011.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-7, 1962.
- MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.1, p.11-16, 2006.
- MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39.
- MARCOS FILHO, J. Germinação. In: **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. cap.7. p. 197-249.
- MARCOS-FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MARQUES, F. J.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A. Inserção da faveleira – *Cnidocolus phyllacanthus* (Mull. Arg.) Pax & L. Hoffm. – como lavoura xerófila: protocolos para a propagação sexuada e assexuada. In: ANDRADE, L. A. **Ecologia da faveleira na caatinga: bases para a exploração como lavoura xerófila**. Campina Grande: Adilson Impressos, 2007. 168p.
- MARTINS, C. C. et al. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.3, p.421-427, 2011.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 224-230, 2009.

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**, Viçosa, v.32, n.4, p.633-639, 2008.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: CTP, 2007.

MELO, R.R.; CUNHA, M.C.L. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 67-77, 2008.

MONDO, V.H.V. et al. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, n.1, p.131-137, 2010.

MOURA, M.R. et al. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Verde**, v.6, n.2, p.230-235, 2011.

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p. 2.1- 2.21.

NASCIMENTO, I.L. et al. Superação da dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.1, p.35-45, 2009.

NEGREIROS, G.F.; TEIXEIRA, E. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Gypsophilaelegans* Bieb. **Resumos**. Informativo ABRATES, v. 5, n. 2, p. 156. 1995.

NERY, F. C. Desenvolvimento inicial e trocas gasosas de cascudo (*Talisia subalbans* (Mart.) Radlk.) Sob diferentes condições de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.61-67, 2011.

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

NOVEMBRE, A.D.L.C. et al. Teste de germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. - Fabaceae - Mimosoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 42-45, 2007.

OLIVEIRA, A. K. M.; SCHLEDER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (manso) benth. & hook. f. ex. s. moore. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 25 – 32, 2006.

OLIVEIRA, A.B.; GOMES-FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p.048-056, 2009.

OLIVEIRA, A.K.M. et al. Effects of temperature on the germination of *Diptychandra aurantiaca* (Fabaceae) seeds. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.35, n.2, p.203-208, 2013.

OLIVEIRA, F.A. et al. Efeito da água salina na germinação de *Stylosanthes capitata* Vogel. **Revista Verde**, v.3, n.1, p.77-82, 2008.

OLIVEIRA, L.M.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, M.L.M. Teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert - Fabaceae. **Floresta**, v.38, n.3, p.545-551, 2008.

OLIVEIRA, O. S. Tecnologia de sementes florestais. Curitiba: Imprensa Universitária, 2007. 185 p.

OLIVEIRA, T.V.S.; RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. Emergência de plântulas de *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae) ocorrente na região do triângulo mineiro. **Informativo ABRATES**, Pelotas, RS, v.13, n. 3, p. 337, 2003.

OLIVEIRA-JÚNIOR, P. R.; MARMONTEL, C. V. F.; MELO, A. G. C. Desenvolvimento inicial de quatro espécies florestais nativas em diferentes recipientes. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 20, n. 1, p. 1-9, 2012.

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

PACHECO, M. V. et al. Dormência de sementes e produção de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 21, n. 4, p. 689-697, 2011.

PACHECO, M. V. et al. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* FR. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.359-367, 2006.

PACHECO, M.V. et al. Germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. em função de diferentes substratos e temperatura. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, SP, n.73, p.19-25, 2007.

PACHECO, M.V. et al. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.18, n.2, p.143-150, 2008.

PACHECO, M.V. et al. Germination and vigor of *Dimorphandra mollis* benth. seeds under different temperatures and substrates. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.34, n.2, p.205-213, 2010.

PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I. Rooting depth and soil moisture control Mediterranean woody seedling survival during drought. **Functional Ecology**, v. 21, p. 489-495, 2007.

PASCUALI, L.C. et al. Germinação de sementes de pinhão manso em diferentes temperaturas, luz e substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.4, p.1435-1440, 2012.

PELEGRINI, L.L. et al. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, Manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 511-519, 2013.

PEREIRA, M.R.R. et al. Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 537-545, 2012.

PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência da luz na germinação de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, Campinas, SP, v.60, n.3, p.155-166, 2001.

PIEREZAN, L.; SCALON, S.P.Q.; PEREIRA, Z.V. Emergência de plântulas e crescimento de mudas de jatobá com uso de bioestimulante e sombreamento. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 127-133, 2012.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, F. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 18. p.283-297.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. et al. **Parâmetros técnicos para produção de Sementes Florestais**, Seropédica, EDUR/UFRJ, p.11-34, 2007.

PIVETTA, K.F.L. et al. Tamanho do diásporo, substrato e temperatura na germinação de sementes de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.1, p.126-134, 2008.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

QUEIROZ, S.E.E.; FIRMINO, T.O. Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Biociências**, Taubaté, v. 20, n. 1, p. 64-69, 2014.

RABBANI, A.R.C. et al. Restrição hídrica em sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.) **Revista Científica UDO Agrícola**. v.12, n. 3, p.563-569, 2012.

RAMOS, M.B.P.; VARELA, V.P.; MELO, M.F.F. Influência da temperatura e da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban (pau-de-balsa). **Acta Amazonica**, v.36, n.1, p.103-106, 2006a.

RAMOS, M.B.P.; VARELA, V.P.; MELO, M.F.F. Influência da temperatura e da água sobre a germinação de sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke - Leguminosae - Caesalpinoideae). *Revista Brasileira de Sementes*, v.28, n.1, p.163-168, 2006b.

REBOUÇAS, A. C. M. N. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de três espécies arbóreas medicinais da caatinga**. 2009. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 53, p. 179-194, 2006.

REGO, S. S. et al. Estresse hídrico e salino na germinação de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.2, n.4, p.37-42, 2011.

REGO, S.S. et al. Estresse Hídrico e Salino na Germinação de Sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. **J. Biotec. Biodivers**. v. 2, n.4, p. 37-42, 2011.

REGO, S.S. et al. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperaturas, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, MG, v.31, n.2, p.212-220, 2009.

REIS, B. E. et al. Crescimento e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 22, n. 2, p. 389-396, 2012.

- 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.
- RIBEIRO, M. C. C. et al. Tolerância do sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) à salinidade durante a germinação e o desenvolvimento de plântulas. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 123-126, 2008.
- RIBEIRO, M.C.C.; MARQUES, B.M.; AMARRO FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília-DF, v.23, n.1, p.281-284, 2001.
- RODRIGUES, P.M.S. et al. Efeito da Luz e da Procedência na Germinação de Sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 264-266, 2007.
- ROSA, L.S. et al. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Cerne**, Lavras, MG, v.11, n.3, p.306-314, 2005.
- ROSSETO, J. et al. Germinação de sementes de *Parkia pendula* (willd.) Benth. Ex walp. (fabaceae) em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.33, n.1, p.47-55, 2009.
- SAAD, J.C.C.; LOPES, J.L.W.; SANTOS, T.A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v.29, n.3, p.404-411, 2009.
- SAKITA, A. E. N.; SILVA, A.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de *Aspidosperma polyneuron* M. Arg. (peroba-rosa) sob diferentes condições de qualidades de luz e temperatura. **Instituto Florestal Série Registros**, n. 31, p. 203-207, 2007.
- SALOMÃO, A. N. et al. **Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2003. 96 p.
- SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.120-126, 2000.
- SANTOS, U.F. et al. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 129-136, 2014.
- SATO, A.S.; LIMA, I.L.; TONIATO, M.T.Z.; ZIMBACK, L. Crescimento e sobrevivência de duas procedências de *Aspidosperma polyneuron* em plantios experimentais em Bauru, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 20, n.1, p. 23-32, 2008.
- SCALON, S.P.Q. et al. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condições desombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 06, p. 753-758, 2003.
- SHAO, H.B. et al. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, v.331, p. 215-225, 2008.
- SILVA, B. M. S. et al. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, H. P. et al. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-manso. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p.178-184, 2008.

SILVA, J.B.; NAKAGAWA, J. Estudos e fórmulas para cálculo de velocidade de germinação. **Informativo: Abrates**, Brasília, DF, v.13, n.3, p.62-73, 1995.

SILVA, R. B. **Ecofisiologia de sementes de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke**. 2011. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SOBRINHO, S.P. et al. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. Recife, v.5, n.2, p.238-243, 2010.

SOUZA FILHO, A. P. S. Influência da temperatura, luz e estresses osmótico e salino na germinação de sementes de *Leucena leucocephala*. **Pasturas Tropicais**, Cali, Colômbia, v. 22, n. 2, p. 47-53, 2000.

SOUZA, C. A. M. et al. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

SOUZA, E. B. et al. Germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. em função de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

SOUZA, E.B. et al. Germinação de sementes de *Anadenanthera pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n. 3, p.437-443, 2007.

SOUZA, F.B.C. et al. Substratos e temperaturas na germinação de sementes de gonçalo-alves (*Astronium concinnum* Schott). **Revista Tropica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.6, n. 3 p.76-86 2012.

STOCKMAN, A.L. et al. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. – Bignoniaceae): Temperatura e substrato para o teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.3, p.139-143, 2007.

SURYA, M.I.; RAHMAN, W. The effect of planting media and compound fertilizers on the growth of *Rubus pyrifolius* J. E. Smith seedling. **Agrivita**, v.33, n. 2, p. 154-160, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER E. Citocininas: Reguladores da divisão celular. In: TAIZ, L.; ZEIGER E. **Fisiologia Vegetal**. 4ed. Porto Alegre: Editora Artmed. p.605-633, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre. 719p. 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre. 719p. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2.ed. Sunderland: SINAUER, 1998, 792p.

TAMBELINI, M.; PEREZ, S.C.J.G. Efeito do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphonodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v.20, n.1, p.226-232, 1998.

TEIXEIRA, W. F. et al. Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *Swietenia macrophylla* King sob efeito de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 91-98, 2012.

- TERRA, S. B.; GONÇALVES, M.; MEDEIROS, C. A. B. Produção de mudas de jacarandá mimoso (*Jacaranda mimosaeifolia* D. Don) em substratos formulados a partir de resíduos agroindustriais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, 2007.
- TILLMANN, M.A. Análisis de semillas. In: BAUDET, L.; PESKE, S. **Semillas: ciencia y tecnología**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005. p. 101-158.
- VALADARES, J.; PAULA, R.C. temperaturas para germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae - Faboideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, MG, v.30, n.2, p.164-170, 2008.
- VARELA, V. P.; COSTA, S. S.; RAMOS, M. B. P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) – Leguminosae, Caesalpinioideae. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 1, p. 35-39, 2005.
- VARELA, V. P.; RAMOS, M. B. P.; MELO, M. F. F. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 130-135, 2005.
- VÁZQUES-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.24, p.69-87, 1993.
- VERSLUES, P.E. et al. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stress that affect plant water status. **The Plant Journal**, v.45, n.4, p.523-539, 2006.
- VIANA, J.S.; GONÇALVES, E.P.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, L.S.B.; SILVA, E.O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, v. 38, n. 4, p. 663-671, 2008.
- VIEIRA, D.L.M.; SCARIOT, A. Principles of natural regeneration of tropical dry Forest for restoration. **Restoration Ecology**, v.14, n.1, p.11-20. 2006.
- VIEIRA, G.H.S. **Salinização de solos em áreas com irrigação porsuperfície**. <<http://www.angelfire.com/nb/irrigation/textos/saliniza.htm>>. 10 jan. 2015.
- VILLELA, F.A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.
- WENDLING, I. **Cultivo do eucalipto**. Embrapa Florestas. Sistema de produção, 4 – 2 edição. 2010.
- WENDLING, I.; DUTRA, L.F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L.F. (Eds.). **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010, cap.1, p. 13-47.
- WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. 2 ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2012. 149p.
- YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da disponibilidade hídrica no substrato. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 309-317, 2010.