



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DISSERTAÇÃO

**ESTRESSE HÍDRICO NA FISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO E
MORFOANATOMIA DE PLÂNTULAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr.
Ail. (ANACARDIACEAE)**

GIVANILDO ZILDO DA SILVA

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ESTRESSE HÍDRICO NA FISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO E
MORFOANATOMIA DE PLÂNTULAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr.
Ail. (ANACARDIACEAE)**

GIVANILDO ZILDO DA SILVA

Sob a Orientação da Professora
Riselane de Lucena Alcântara Bruno

Dissertação submetida como requisito para
obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**,
no Programa de Pós-Graduação em
Agronomia.

Areia, PB
Março de 2014

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S586e Silva, Givanildo Zildo da.

Estresse hídrico na fisiologia da germinação e morfoanatomia de plântulas de Myracrodruon urundeuva Fr. All. (Anacardiaceae) / Givanildo Zildo da Silva. - Areia: UFPB/CCA, 2014.

78 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

Bibliografia.

Orientadora: Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

1. Aroeira 2. Plântulas de aroeira 3. Diásporos de aroeira 4. Myracrodruon urundeuva I. Bruno, Riselane de Lucena Alcântara (Orientadora) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 58(043.3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ESTRESSE HÍDRICO NA FISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO E MORFOANATOMIA DE PLÂNTULAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (ANACARDIACEAE)

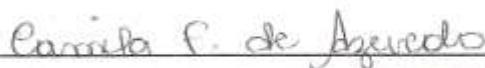
AUTOR: GIVANILDO ZILDO DA SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:

Riselane de Lucena Alcântara Bruno (Dr^a.) UFPB/CCA/PPGA
(Orientadora)



Rivete Silva de Lima (Dr.) UFPB/CCAE
(Banca examinadora)



Camila Firmino de Azevedo (Dr^a.) UEPB/CCAA
(Banca examinadora)

Data da realização: 07 de março de 2014.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr^a. Riselane de Lucena Alcântara Bruno
Orientadora

DEDICO

À minha mãe, Damiana da Silva, uma paraibana filha de agricultores que não teve oportunidade de seguir nos estudos, contudo sempre ensinando-me que a educação é o único meio de se conseguir algo na vida que seja realmente seu. Também, mesmo com as dificuldades, nunca me negou uma oportunidade oferecida e sempre segurou minha mão nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS não só pela vida que tenho, mas sim pela chance de continuá-la e realizar meus sonhos. Mesmo após passar por uma batalha difícil, ELE colocou-me de pé e falou pelas bocas de tantos amigos e familiares a seguinte frase: “Você consegue, pois és forte e tens Deus ao teu lado”.

Aos meus pais, Damiana da Silva e Lourival Mota, pela educação social e moral que me proporcionaram. Meu irmão que soube sempre me levar para momentos de descontração nas poucas horas de lazer. E também a nova integrante da família, Lidianny, cunhada que demonstrou um apoio e carinho.

Aos meus avôs maternos, Joel e Maria, pelas inúmeras vezes que me acolheram e sempre entregaram o que eu precisava: nada mais que um simples abraço e um colo aconchegante para esquecer todos os problemas. Essa situação se emprega à minha tia Simone e suas filhas, minhas princesas Deborah e Mirela.

Aos meus tios Severino, Rosilene e Aparecida que, mesmo à distância, sempre me apoiaram de todas as formas possíveis. Às vezes, com ajuda financeira, como meu primeiro notebook e muitas vezes com uma palavra amiga e de conforto.

De tantos primos, ressalto os que eu considero como irmãos, Joel Júnior, Dyego e Kelly; pelas horas de boa conversa, sempre lembrando e acompanhando o primo ausente em todas as situações, sejam elas boas ou más.

À Universidade Federal da Paraíba, mais especificamente ao Centro de Ciências Agrárias, agradeço pelo acolhimento na formação profissional, tanto na graduação quanto no mestrado, no Programa de Pós Graduação em Agronomia. Nesses seis anos destaco o laboratório de Análise de Sementes, local que muitas vezes esqueci a vida, passando horas de trabalho; e nos intervalos das aulas era refugio para regar um experimento, ver os amigos e também os ajudar.

À minha orientadora, professora Dr^a. Riselane de Lucena Alcântara Bruno que durante esses seis anos, da graduação ao mestrado transmitiu ensinamentos sempre no sentido da ética profissional, responsabilidade e importância do trabalho em equipe.

À minha amiga, irmã e parceira Amanda Kelly Dias Bezerra, um pequeno ponto de luz que Deus colocou no meu caminho. Ela me demonstrou que não precisa ser grande para brilhar é necessário apenas ser humilde, sincero, dedicado, paciente e fiel para com os amigos. Este ponto de luz que chamo de Amadinha e às vezes de amarela, não me ajudou apenas na realização deste trabalho, como de todos os outros que já realizei na

minha vida acadêmica e também é um ponto de apoio em qualquer situação pessoal, já faz parte da minha família e também me sinto inserido na sua.

Recentemente outra estrela caiu na minha vida, Aderdilânia Iane Barbosa de Azevedo, ou somente Iane. Com ela aprendi e continuo aprendendo a ser mais humano, acho que nunca terei seu coração puro e alegre, que até no meio de grandes dificuldades pensa no próximo. Se este trabalho chegou a ficar pronto foi pelo trabalho em equipe, ou como sempre digo ao trio (eu, Amanda e Iane) e nossos parceiros.

Dentre esses parceiros, Karialane da Silva Belarmino, amiga que tenho o prazer de ter e que através da mesma encontrei carinho e apoio na sua família, principalmente em Dona Jane e Kaline. Ainda me faltam palavras para descrever minha admiração por José de Oliveira Cruz, o nosso Lucildo, menino simples de sorriso tímido e muito responsável, sempre sabe ouvir os conselhos e orientações dadas. Do mesmo modo, quantas vezes pedi sua ajuda e de imediato ele se fez disponível sem nem perguntar do que se tratava. Agradeço a Thalles que do seu jeito calado não deixa de ser participativo e eficiente no que se propõe a fazer. E Fernando dos Santos Araújo, parceiro de muitos trabalhos e alguém que mesmo a distância sei que posso contar sempre.

Agradeço a Ana Isaura, uma amiga que sempre soube ouvir-me e, do seu jeito único de ser, estava ao meu lado em momentos difíceis e que necessitava de alguém muito forte. Só tenho a dizer obrigado. Ana, você é muito especial na minha vida.

Aos bons profissionais que tive o prazer de conviver e trabalhar, dentre os quais ressalto as professoras Dr^a. Luciana Cordeiro e Dr^a. Edna Ursulino, profissionais que sabem e exercem o limite entre profissionalismo e o lado humano. Ainda aos que me levaram para área da pesquisa, mais especificamente na produção e tecnologia de sementes, Valério Damásio e Lucicléia Oliveira. E os que com seu amor e dedicação pelo trabalho, fizeram apaixonar-me por essa aérea da agronomia, que são Joel Martins, Camila Firmino, Cibele Ferrari, Katiane da Rosa, Cosmo Rufino e Daniel Ferreira. Estes são exemplos de vida e tenho um respeito e uma história com cada um, que sempre levarei comigo e faz parte do homem e profissional que sou.

Agradeço a todos os integrantes do laboratório de sementes, desde os alunos da pós-graduação – Severino, Isabela, Edna, Lúcia, Paulo Araújo, Paulo Alexandre, Marina, Patrícia; aos da graduação – Roberto, Geovani, Matheus, Galileu, Rosimere, Mercês, Antônio Neto, Caique e Carol; e aos funcionários desse laboratório, que sempre foram tão receptivos e atenciosos com nossas necessidades na realização dos experimentos, Sr. Antônio Alves, Sr. Rui e Sr. Biu.

Deixo meu sincero agradecimento ao laboratório de histologia animal e seus técnicos pela auxilio na realização das secções anatômicas, Temístocles e Ana. Do mesmo modo, ao professor responsável por este laboratório, o professor Ricardo Romão Guerra e seu aluno Edjânio pelo auxilio na realização das fotos.

Agradeço ao laboratório de fitopatologia pelo empréstimo do microscópico. E um agradecimento especial à Andréa Celina, pelo apoio e companheirismo.

Ao professor Rivete, mesmo sendo membro da banca, não se negou em auxiliar na etapa de coloração do material seccionado. Do mesmo modo Camila Firmino que sempre esteve à disposição em eventuais dúvidas e necessidades que eu viesse a ter na avaliação dos órgãos vegetais.

Por fim agradeço a Deus pelo caminho percorrido, pelos amigos conquistados e que eu tenha a capacidade de mantê-los, pelos ensinamentos recebidos dos professores e pesquisadores da graduação e do mestrado e a todos que contribuíram para eu chegar nessa etapa da minha vida profissional.

RESUMO GERAL

SILVA, Givanildo Zildo. **Estresse hídrico na fisiologia da germinação e morfoanatomia de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae)** 2014. 78 f. Universidade Federal da Paraíba, Fevereiro de 2014. Orientadora: Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno

O Bioma Caatinga, mesmo com o enfoque dos últimos anos, é uma região carente em informações que permita o entendimento de como as plantas sobrevivem a condições de estresse. Das espécies que compõem esse Bioma, *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. destaca-se pelas propriedades medicinais e madeireiras, sofrendo, ao longo de décadas, intensa e predatória exploração, levando-a a compor a lista oficial do IBAMA da flora brasileira ameaçada de extinção. Assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar indivíduos de *M. urundeuva* através de testes de viabilidade e vigor, assim como avaliar o efeito do estresse hídrico na emergência de plântulas normais e na morfoanatomia das mesmas. Para tal, indivíduos de aroeira foram selecionados em três áreas do Estado da Paraíba, uma no município de São João do Cariri e duas em Boa Vista, nos quais os diásporos foram coletados e encaminhados ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da UFPB, em Areia-PB. Inicialmente procedeu-se a determinação do teor de água (TA) e as seguintes avaliações: Teste de germinação (TG), teste de emergência (TE), primeira contagem de germinação e emergência (PCG e PCE), índice de velocidade de germinação e emergência (IVG e IVE), comprimento e massa seca de plântulas. Também foi determinada a metodologia para execução do teste de envelhecimento acelerado salino. Posteriormente os diásporos do indivíduo (matriz) mais vigoroso das três áreas foram submetidos ao estresse hídrico, em condições de capacidade de retenção do solo nos níveis: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%. Nesta etapa avaliou-se o TA, TE, PCE, IVE, comprimento e massa seca da raiz e parte aérea de plântulas. Para avaliação da morfoanatomia, os diásporos de aroeira foram submetidos às mesmas condições hídricas contínuas, descritas anteriormente, e uma segunda condição hídrica temporária. Para isso, os mesmos foram semeados inicialmente na capacidade de retenção do solo de 60%, para em seguida simular o déficit hídrico, com cessamento das regas até a obtenção das capacidades de 10, 15, 20, 25 e 30% de retenção. Após submetidas às condições hídricas contínuas e temporárias, as características morfoanatômicas avaliadas foram: número de folhas, comprimento e largura da folha primária, comprimento, largura e espessura do folíolo central; comprimento, largura e espessura do cotilédono; número de estômatos na folha e no cotilédono, comprimento e diâmetro do caule e da raiz. Na avaliação inicial dos diásporos observou-se que, os indivíduos de *M. urundeuva* possuem germinação e vigor diferenciados entre as áreas de coleta, assim como dentro de uma mesma área, demonstrando a plasticidade adaptativa da espécie. O teste de envelhecimento acelerado salino na temperatura de 41 °C durante o período de 24 horas é recomendado devido à redução de fungos, sendo o indivíduo onze, o mais vigoroso por este teste. Quando os diásporos do indivíduo onze foram submetidos ao estresse hídrico, verificou-se que os mesmos possuem determinado grau de exigência em relação à água nos períodos iniciais de desenvolvimento. As avaliações fisiológicas e estruturais das plântulas apresentam características adaptativas para perpetuação ao longo do tempo e no espaço em ambiente natural. Quanto aos regimes hídricos aplicados na avaliação de características morfoanatômicas, os tratamentos afetaram o desenvolvimento de plântulas de aroeira, sendo as capacidades entre 50 e 60% de retenção os melhores tratamentos para a produção de plântulas normais, para maioria das variáveis analisadas.

Palavras-chaves: Caatinga, viabilidade, vigor, adaptação morfoanatômica.

WATER STRESS ON THE PHYSIOLOGY OF GERMINATION AND SEEDLING MORPHOANATOMY *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (ANACARDIACEAE)

GENERAL ABSTRACT

The Caatinga Biome, even with the approach of recent years, is a region lacking of information that enables the understanding of how plants survive on stress conditions. Species that make up this biome, *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. stand out for timber and medicinal properties, suffering for decades, intense and predatory exploitation, leading to compose the official IBAMA list of endangered flora. The aim of this work was to select individuals of *M. urundeuva* through viability and vigor tests and to evaluate the effect of water stress on seedling emergence of normal and morphoanatomy. For such individuals mastic were selected in three areas of Paraíba State, a municipality of the ray tracing and two in Boa Vista, in which diaspores were collected and sent to the Laboratory of Seed Analysis (LAS) UFPB, Areia-PB. Initially it has proceeded to determine the water content (TA) and the following assessments: Germination test (GT), emergency testing (ET), first count of germination and emergence (FCG and FCE), germination speed index and emergency speed index (GSI and ESI), length and dry weight of seedlings. The methodology for implementing saline accelerated aging was also determined. Thereafter individual diaspores (matrix) more vigorous of the three areas were subjected to water stress under conditions of retention capacity of the soil levels: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 and 60%. In this step we assessed the TA, TE, PCE, IVE, length and dry weight of roots and shoots of seedlings. To evaluate the morphoanatomy, diaspores mastic were subjected to the same continuous water conditions, described above, and a second temporary water condition. For this, they were initially sown in the soil retention capacity of 60%, then to simulate drought with stopping of watering until obtaining the capacities of 10, 15, 20, 25 and 30% retention. After subjected to continuous and temporary water conditions, morphoanatomical characteristics evaluated were: number of leaves, length and width of the primary, length, width and thickness of the central leaflet leaf; length, width and thickness of the cotyledon; number of stomata in the leaf and cotyledon length and diameter of the stem and root. In the initial evaluation of the seeds was observed that individuals of *M. urundeuva* germination and vigor have differentiated between the collection areas, as well as within the same area, demonstrating the adaptive plasticity of the species. The accelerated aging test in saline temperature of 41 °C during 24 hours is recommended due to the reduction of fungi, the eleventh individual, the stronger this test. When the eleventh individual diaspores were subjected to water stress, it was found that they have some degree of demand relative to water in the early periods of development. The structural and physiological assessments seedlings have adaptive characteristics for perpetuation over time and space in a natural environment. As for water regimes applied in the evaluation of morphoanatomical characteristics, treatments affected seedling development of mastic, and capabilities between 50 and 60% retention of the best treatments for the production of normal seedlings, for most variables.

Keywords: Caatinga, viability, vigor, morphological and anatomical adaptation.

LISTA DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS

CAPÍTULO I – GERMINAÇÃO E VIGOR EM DIÁSPOROS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All 9

FIGURAS

1.1 Valores médios de teor de água de diásporos de oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> antes (inicial) e após o teste de envelhecimento acelerado em solução salina, a 42 °C durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Área 1 – indivíduos 1, 4 e 5; Área 2 – indivíduos 8, 9, 11 e 13; Área 3 – indivíduo 18.	21
1.2 Valores médios de emergência em oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidos ao envelhecimento acelerado salino (NaCl) a 42 °C durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Área 1 – indivíduos 1, 4 e 5; Área 2 – indivíduos 8, 9, 11 e 13; Área 3 – indivíduo 18.	23
1.3 Valores médios de primeira contagem de emergência em oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidos ao envelhecimento acelerado salino (NaCl) a 42 °C durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Área 1 – indivíduos 1, 4 e 5; Área 2 – indivíduos 8, 9, 11 e 13; Área 3 – indivíduo 18.	24
1.4 Valores médios de índice de velocidade de emergência em oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidos ao envelhecimento acelerado salino (NaCl) a 42 °C durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Área 1 – indivíduos 1, 4 e 5; Área 2 – indivíduos 8, 9, 11 e 13; Área 3 – indivíduo 18.	25
1.5 Valores médios de comprimento (A) e massa seca de plântulas (B) em oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidos ao envelhecimento acelerado salino (NaCl) a 42 °C durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Área 1 – indivíduos 1, 4 e 5; Área 2 – indivíduos 8, 9, 11 e 13; Área 3 – indivíduo 18.	26

TABELAS

1.1 Valores médios obtidos para determinação do teor de água de diásporos (TA) e dos testes de germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de vinte e oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri.	17
1.2 Valores médios obtidos para os testes de emergência (E), primeira contagem de emergência (PCE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântulas (CPL), massa seca de plântulas (MSPL) de vinte e oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri. ...	19
1.3 Valores médios obtidos para os testes de emergência (E), primeira contagem de emergência (PCE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântulas (CPL) e massa seca de plântulas (MSPL) de oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> provenientes do Cariri paraibano. Submetidos a 24 horas de envelhecimento acelerado saturado (EAS).	27

CAPÍTULO II - ESTRESSE HÍDRICO NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS NORMAIS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. 33

FIGURAS

2.1 Coleta de solo (A) e determinação da capacidade de retenção do solo (B).....	38
2.2 Valores médios de emergência em diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidos a estresse hídrico nas seguintes capacidades de retenção do solo: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%.	41
2.3 Valores médios de primeira contagem de emergência em diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidos a estresse hídrico nas seguintes capacidades de retenção do solo: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%.	42
2.4 Valores médios de índice de velocidade de emergência em diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidos a estresse hídrico nas seguintes capacidades de retenção do solo: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%.	43
2.5 Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e raiz principal de plântulas (B) de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidos a estresse hídrico nas seguintes capacidades de retenção do solo: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%.	44
2.6 Valores médios de massa seca parte aérea (A) e raiz de plântulas (B) de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidos a estresse hídrico nas seguintes capacidades de retenção do solo: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%.	46

TABELAS

2.1 Análise física e química do solo da área de coleta dos diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> no município de Boa Vista - PB.	39
--	----

CAPÍTULO III - ESTRESSE HÍDRICO NA MORFOANATOMIA DE PLÂNTULAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. 49

FIGURAS

3.1 Localização das secções e das medições em cada órgão da plântula de <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	56
3.2 Valores médios de número de folhas em plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.....	58
3.3 Valores médios de comprimento de folha (A) e largura de folha (B) em plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.	59
3.4 Valores médios de comprimento de folíolo (A) e largura de folíolo (B) em plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.	61
3.5 Secções transversais em folíolos de plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> provenientes das capacidades de retenção 50% (A) e 20% (B) em objetiva de 10 e 5 vezes, respectivamente. EPD - epiderme face adaxial, PP - parênquima paliçádico, PE -	

parênquima esponjoso, ES - estômato, XI - xilema, FL - floema, CS - Canal secretor e EPB - epiderme face abaxial (escala – 200 µm).	62
3.6 Valores médios de espessura de folha (A) e de cotilédone (B) em plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.	63
3.7 Secções paradérmicas em face abaxial de folíolos (A), cotilédone (B) de plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> (escala – 5 µm).	64
3.8 Valores médios de número de estômatos na folha (A) e no cotilédone (B) em plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.	65
3.9 Valores médios de comprimento de cotilédone (A) e largura de cotilédone (B) em plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.	66
3.10 Valores médios de comprimento de raiz principal em plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.	68
3.11 Valores médios de diâmetro de caule (A) e diâmetro de raiz principal (B) em plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.	69

TABELAS

3.1 Valores médios de comprimento de cotilédine (CCT), largura de cotilédone (LCT), comprimento de caule (CCA) e número de estômato em folha face abaxial (NEFAB) em plântulas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> submetidas às condições hídricas, contínua e temporária (EHC e EHT, respectivamente), nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.	67
--	----

ANEXO - CAPÍTULO I	74
---------------------------------	----

Tabelas

1.1 Resumo da análise de variância de diásporos de vinte e oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri.	74
1.2 Resumo da análise de variância de diásporos de oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao envelhecimento acelerado salino a 42 °C.	74
1.3 Resumo da análise de variância de diásporos de oito indivíduos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao envelhecimento acelerado salino a 42 °C durante 24 horas.	74

ANEXO - CAPÍTULO II	75
----------------------------------	-----------

Tabelas

2.1 Resumo da análise de variância de diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição contínua.	75
---	-----------

ANEXO - CAPÍTULO III	76
-----------------------------------	-----------

Tabelas

3.1 Resumo da análise de variância de diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição contínua.	76
3.2 Resumo da análise de variância de diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição temporária.	76
3.3 Resumo da análise de variância de diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição contínua.	76
3.4 Resumo da análise de variância de diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição temporária.	77
3.5 Resumo da análise de variância de diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição contínua.	77
3.6 Resumo da análise de variância de diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição temporária.	77
3.7 Resumo da análise de variância de diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição contínua.	78
3.8 Resumo da análise de variância de diásporos de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição temporária.	78

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
Referências Bibliográficas	5
 CAPÍTULO I – GERMINAÇÃO E VIGOR EM DIÁSPOROS DE <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.....	9
RESUMO	10
ABSTRACT	11
1.1 INTRODUÇÃO	12
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	14
1.2.1 Seleção dos indivíduos de <i>M. urundeuva</i>	14
1.2.2 Avaliação dos indivíduos de <i>M. urundeuva</i>	15
1.2.3 Determinação da metodologia para execução do teste de envelhecimento acelerado salino e seleção de indivíduos superiores de <i>M. urundeuva</i>	16
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
1.4 CONCLUSÃO	28
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
 CAPÍTULO II - ESTRESSE HÍDRICO NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS NORMAIS DE <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.....	33
RESUMO	34
ABSTRACT	35
1.1 INTRODUÇÃO	36
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	38
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
1.4 CONCLUSÃO	47
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
 CAPÍTULO III - ESTRESSE HÍDRICO NA MORFOANATOMIA DE PLÂNTULAS NORMAIS DE <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.....	49
RESUMO	50
ABSTRACT	51
1.1 INTRODUÇÃO	52
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	54
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
1.4 CONCLUSÃO	70
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
 ANEXO - CAPÍTULO I	74
ANEXO - CAPÍTULO II	75
ANEXO - CAPÍTULO III	76

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o país que apresenta a maior biodiversidade a nível mundial, além de uma ampla variedade de ambientes naturais. Contudo, vem sofrendo um crescente aumento na degradação de seus biomas, a exemplo da Caatinga, tal fato pode ser atribuído aos avanços das atividades agrícolas, a extração madeireira e ao crescimento desordenado da população nas cidades (OLIVEIRA, 2010).

Queiroz (2011) em estudo dos recursos genéticos da Caatinga para o desenvolvimento da região do Semiárido brasileiro, conclui que esta região apresenta os mais baixos índices de desenvolvimento do país, embora tenha melhorado substancialmente nas últimas quatro décadas. Apresenta grande variação ambiental e dentro dos recursos naturais, a cobertura vegetal é que apresenta o maior potencial para ajudar no desenvolvimento da região. Afirma ainda que as plantas da caatinga poderão ajudar nos estudos básicos dos mecanismos de economia de uso de água, uso de fontes não convencionais de nutrientes e os microrganismos poderão ser úteis nesses estudos.

A Caatinga compreende um tipo de vegetação estacional decidual que cobre a maior parte da região semiárida no Nordeste, distribuindo-se por uma área equivalente a cerca de 800 mil km² (PRADO, 2003). Segundo Rodal et al. (2008), esse bioma caracteriza-se por uma vegetação diversificada quanto a fisionomias e conjuntos florísticos, sendo a sua distribuição determinada, em grande parte, pelo clima, relevo e embasamento geológico que, em suas múltiplas inter-relações, resultam em ambientes ecológicos bastante distintos.

As particularidades dessa região são intensificadas devido ao fato desta ser a única ecorregião de floresta tropical seca do mundo cercada por florestas úmidas e semiúmidas (BRASIL, 2006). A Caatinga vem sofrendo forte ação antrópica (ANDRADE et al., 2005), e aproximadamente meio milhão de hectares desta ecorregião são desmatados anualmente, dos quais, cerca de 30% dos produtos florestais extraídos são utilizados como energia na forma de carvão e lenha, impossibilitando muitas vezes, sua regeneração natural (CAMPELLO et al., 1999).

Preocupando-se em identificar espécies medicinais e aromáticas para sua conservação nos principais biomas brasileiros e com base na pressão antrópica, frequência e na relação mercado/demanda, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em parceria com o

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), organizaram uma reunião técnica sobre recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas.

Na Caatinga, as espécies priorizadas foram: aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All. – Anacardiaceae), umburana de cheiro (*Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith – Leguminosae), barbatimão (*Stryphnodendron adstrigens* (Mart.) Coville – Leguminosae), juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae), angico (*Anadenanthera colubrina* (Benth.) Brenan – Leguminosae), mulungu (*Erythrina velutina* Wild. – Leguminosae) e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham. – Verbenaceae) (VIEIRA et al., 2002).

Em biomas tropicais como a Caatinga, a capacidade das populações naturais adaptarem-se às mudanças ambientais pode ser comprometida pela redução do bioma e diminuição da sua diversidade biológica, principalmente devido às perturbações antrópicas (PINTO et al., 2004; MOURA, 2005). Dentre as espécies de uso medicinal e também ameaçadas de extinção neste bioma (BRASIL, 2008), destaca-se *Myracrodruon urundeuva*, com distribuição natural limitada à América do Sul, nativa do Brasil e mais amplamente distribuída nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, ocorrendo também na Bolívia, Paraguai e Argentina (SANTIN e LEITÃO FILHO, 1991; GURGEL-GARRIDO et al., 1997; CARMELLO-GUERREIRO e PAOLI, 1999).

M. urundeuva caracteriza-se por ser uma espécie caducifólia e polinizada por insetos; atualmente, grande parte de suas populações encontram-se em área fragmentada de Caatinga, podendo sofrer perda de variabilidade genética por deriva, levando assim à ocorrência de endogamia. Como consequência pode haver reduções na sua capacidade adaptativa, no vigor, no porte e em sua produtividade (RITLAND, 1996; ANDRADE, et al., 2000; CARDERALLE, et al., 2013).

Além da referida espécie sofrer exploração seletiva e predatória extensiva, devido as suas características nobres e alto valor econômico, ainda enfrenta condições desfavoráveis no ambiente semiárido. Para Andrade et al. (1999) os fatores do meio, como água, temperatura, luz e disponibilidade de nutrientes, influenciam no crescimento e na sobrevivência das plantas. A água é o fator que regula o crescimento e desenvolvimento da vegetação na Caatinga, com isso o déficit hídrico durante grande parte do ano faz com que a fisionomia e a flora tenham grandes variações (SAMPAIO, 1995). Os vegetais capazes de sobreviver e de produzir sob condição de baixa disponibilidade de água são considerados tolerantes à seca. E de acordo com a visão ecofisiológica de Larcher (2006), espécie tolerante a seca não visa à

máxima produtividade, mas o estabelecimento de um equilíbrio entre rendimento e sobrevivência a esse ambiente com estresse.

Dessa forma, poucos são os trabalhos envolvendo as espécies da Caatinga submetidas a condições de estresse, fazendo-se necessária a realização de pesquisas envolvendo aspectos fisiológicos que permitam o entendimento de como tais plantas sobrevivem e suas estratégias evolutivas. Estudos dessa natureza são necessários para dar suporte a futuros projetos de composição e reflorestamento de áreas degradadas (TROVÃO et al., 2013; SCALON et al., 2013). Segundo Virgens et al. (2012), pesquisas evidenciando os mecanismos fisiológicos de sobrevivência à seca têm envolvido, principalmente, espécies vegetais cultivadas; no entanto, pouco ainda se sabe sobre o comportamento e os mecanismos de adaptação das espécies nativas às condições de restrição hídrica naturais do semiárido nordestino.

No processo de germinação de sementes, além dos fatores extrínsecos, dentre estes a água, ocorre uma série de eventos fisiológicos que são influenciados por fatores intrínsecos, como impermeabilidade do tegumento, imaturidade fisiológica e presença de substâncias inibidoras (HENICKA, 2006; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). As sementes atingem a máxima qualidade fisiológica por ocasião da maturidade fisiológica e, a partir de então, inicia-se um processo de deterioração. As alterações causadas pela deterioração podem ser de natureza física, fisiológica ou bioquímica, culminando com a redução do vigor e perda da capacidade germinativa das sementes (SPINOLA et al., 2000).

Os testes empregados para a determinação da qualidade fisiológica das sementes são os de germinação e vigor. Mesmo o teste de germinação sendo de alta confiabilidade e reprodutibilidade é, de forma geral, considerado incompleto, principalmente pela possível superestimativa do potencial fisiológico das sementes, não envolvendo os vários aspectos da relação entre semente e ambiente (MARCOS FILHO, 1999). Do mesmo modo, a utilização de um único teste de vigor pode gerar informações incompletas (HAMPTON e COOLBEAR, 1990). De acordo com Marcos Filho (1999), a tendência predominante na avaliação do vigor de sementes é a utilização da combinação dos resultados de diferentes testes, levando-se em consideração a finalidade do uso dos resultados e de suas limitações. Este autor ainda afirma que alguns testes de vigor podem ser realizados em conjunto com o teste de germinação, tal como o de primeira contagem de germinação, pois no processo de deterioração, a velocidade da germinação é uma das primeiras variáveis a ser afetada.

O teste de envelhecimento acelerado é um teste de vigor e vem sendo bastante utilizado, sua eficiência é avaliada pela diferença de sensibilidade ao envelhecimento

apresentada pelas sementes, submetendo-as a uma condição de estresse que permite a sua separação em níveis de qualidade (MENEZES et al., 2008; PEREIRA et al., 2012). Teófilo et al. (2004) utilizaram o envelhecimento acelerado na temperatura de 42 °C durante 72 horas para avaliar o vigor de diásporos de *M. urundeuva* armazenados, sendo eficiente a este propósito, sendo observado que os diásporos mantidos até 12 meses em câmara fria mantiveram viáveis. Por outro lado, Caldeira e Perez (2010) indicaram a temperatura de 45 °C, durante 12 a 24 horas de exposição como método ideal para avaliar os diásporos desta espécie, verificando ainda a incidência de fungos nas temperaturas mais elevadas e tempos maiores de exposição.

Aliada a resultados fisiológicos obtidos com a análise de sementes, a morfologia interna e externa das sementes e ainda as observações das plântulas, oferecem subsídios à interpretação de resultados e até mesmo na identificação de estruturas envolvidas com a adaptação à estresses abióticos (ARAÚJO e MATOS, 1991; SILVA et al., 1995; OLIVEIRA et al., 2012).

O conhecimento da morfologia de sementes e plântulas contribui para elucidação do processo reprodutivo das espécies vegetais, servindo como base para a produção de mudas, identificação botânica de espécies, interpretação de testes laboratoriais e no reconhecimento de espécies em bancos de sementes no solo e na fase de plântulas em formações florestais (MELO et al., 2004; GUERRA et al., 2006).

Existe uma carência de estudos morfoanatômicos de frutos, sementes e plântulas de espécies florestais, sendo os existentes, na sua maioria, voltados apenas para caracteres vegetativos e sexuais da planta adulta (ARAÚJO et al., 2004; MELO et al., 2007). Dentre as pesquisas com a espécie *M. urundeuva* enfocando estes aspectos temos a descrição da estrutura morfológica e anatômica da semente como subsídio para estudos taxonômicos, ecológicos e de manejo e conservação da espécie (CARMELLO-GUERREIRO e PAOLI, 1999). Características morfológicas internas e externas de sementes, plântulas e mudas de *M. urundeuva* são descritas por Feliciano et al. (2008). Duarte et al. (2009) compararam a anatomia foliar das espécies vulgarmente denominadas de aroeira (*M. urundeuva* ALLEMÃO e *Schinus terebinthifolius* RADDI), as quais compartilham caracteres anatômicos de Anacardiaceae; no entanto, podem ser distinguidas com relação a tipos de tricomas e de cristais de oxalato de cálcio, ocorrência diferencial de estômatos nas faces epidérmicas e presença de camada subepidérmica. Venturoli et al. (2011) avaliaram o desenvolvimento inicial de *M. urundeuva* em plantios de enriquecimento florestal e concluíram que esta tem

desenvolvimento normal no ambiente, sendo que a mortalidade tende a diminuir com o tempo devido ao desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea, o que aumenta a resistência à competição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.
- ANDRADE, M. W.; LUZ, J. M. Q.; LACERDA, A. S.; MELO, P. R. A. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 174-180, 2000.
- ANDRADE, L. A.; REIS, M. G.; REIS, G. G. Classificação ecológica do Estado da Paraíba. Interpolação de dados climáticos por aproximação numérica. **Revista Árvore**, v. 23, n. 1, p. 23-32, 1999.
- ARAÚJO, S. S.; MATOS, V. P. Morfologia da semente e de plântulas de *Cassia fistula* L. **Revista Árvore**, v. 15, n. 3, p. 217-223, 1991.
- ARAÚJO, E. D.; MENDONÇA, A. V. R.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; SILVA, R. F. D. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 104-109, 2004.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. **Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, v. 145, n. 185, 24 set. 2008. Seção 1, p. 75-83.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Conservação e uso sustentável em áreas protegidas e corredores**: uma contribuição para a superação da pobreza nos biomas caatinga e cerrado. Brasília: MMA/SBF, 2006. 38 p.
- CALDEIRA, S. F.; PEREZ, S. C. G. A. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para diásporos de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p. 215-221, 2010.
- CAMPELLO, F. B. **Diagnóstico florestal da região Nordeste**. Brasília: IBAMA; PNUD, 1999. 20 p.
- CARDERALLI, A.; COSTA, R. B.; AZEVEDO, L. P. A.; RIBEIRO, E. S.; BATISTIA, B. M. F.; SOUSA, R. A. T. M. Seleção precoce em progênies de meios irmãos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. via metodologia reml/blup. **Ambiência**, v. 9 n. 3, p. 605-617, 2013.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. Aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.- Anacardiaceae), com notas sobre paquicalaza. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, p. 222-228. 1999.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

- DUARTE, M. R.; SCHRODER, L. M.; TOLEDO, M. G.; YANO, M.; MACHADO, A. A.; MODOLO, A. K. Anatomia foliar comparada de espécies de aroeira: *Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO e *Schinus terebinthifolius* RADDI. **Visão Acadêmica**, v. 10, n. 1, p. 18-28, 2009.
- FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; HOLANDA, A. C. Morfologia de sementes, de plântulas e de plantas jovens de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 198-2006, 2008.
- GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M. I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaífera langsdorfii* Desf (Leguminosae - Caesalpinoideae). **Cerne**, v. 12, n. 4, p. 322-328, 2006.
- GURGEL-GARRIDO, L. M. A.; CRUZ, S. F.; FARIA, H. H.; GARRIDO, M. A. O.; VILAS BOAS, O. Efeitos do sombreamento no crescimento da aroeira – *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista do Instituto Florestal**, v. 9, n. 1, p. 47-56, 1997.
- HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance – can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 18, p. 215-225, 1990.
- HENICKA, G. S.; BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; CARVALHO, M. A. C. Germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J. F. Macbr.: Temperatura, fotoblastismo e estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 4, n. 1, p. 37-46, 2006.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA, 2006. 531p.
- PEREIRA, M. D.; MARTINS FILHO, S.; LAVIOLA, B. G. Envelhecimento acelerado de sementes de pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 119-123, 2012.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor. Importância e Utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. E FRANÇA NETO, J.B.Z. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-20.
- MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Durke var. *adenotricha* (Ducke) Lee e Lang.) (Leguminosae–Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.
- MELO, M. F. F.; MACEDO, S. T.; DALY, D. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de nove espécies de *Protium* Burm. F. (Burseraceae) da Amazônia Central, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 21, n. 3, p. 503-520, 2007.
- MENEZES, V. O.; PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B.; BELLÉ, R.; BLUME, E.; GARCIA, D. C. Envelhecimento acelerado em sementes de *Zinnia elegans* Jacq. colhidas em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 039-047, 2008.
- MOURA, M. C. O. **Distribuição da variabilidade genética em populações naturais de *Eremanthus erythropappus* (DC) MacLeish por isoensimas e RAPD** – Lavras: UFLA, 2005. 165 p.
- OLIVEIRA, R. G.; MATOS, V. P.; MONTEIRO, H. A.; SALES, A. G. F. A.; SENA, L. H. M. Morfologia do fruto, semente e plântulas de *Escheweillera ovata* (Cambees.) Miers. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 371-377, 2012.
- OLIVEIRA, R. L. C. Etnobotânica e plantas medicinais: estratégias de conservação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 10, n. 2, p.76-82, 2010.

- PINTO, S. I. C.; SOUZA, A. M.; CARVALHO, D. Variabilidade genética por isoenzimas em populações de *Copaifera langsdorffii* Desf. em dois fragmentos de mata ciliar. **Scientia Forestalis**, v. 1, n. 65, p. 40-48, 2004.
- PRADO, D.E. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.) **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 1-74.
- QUEIROZ, M. A. Recursos Genéticos Vegetais da Caatinga para o Desenvolvimento do Semiárido Brasileiro (Caatinga Plant Genetic Resources for the Development of the Brazilian Semiarid). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 6, p. 1135-1150, 2011.
- RITLAND, K. Inferring the genetic basis of inbreeding depression in plants. **Genome**, Ottawa, v. 39, n. 1, p. 1-8, 1996.
- RODAL, M. J. N.; COSTA, K. C. C. C.; SILVA, A. C. B. L. Estrutura da vegetação caducifolia espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. **Hoehnea**, v. 35, n. 2, p. 209-217, 2008.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian Caatinga. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (eds.). **Seasonally dry forests**. Cambridge, Cambridge University Press, Cambridge, 1995, 875 p.
- SANTIN, D. A.; LEITÃO FILHO, H. F. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão (Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 14, p. 133-145, 1991.
- SCALON, S. P. Q.; MOTA, L. H. S.; MUSSURY, R. M. Osmotic conditioning and shading on the germination and on the initial growth of *Myracrodruon urundeuva* Allemão seedlings. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 85, n. 2, p. 799-811, 2013.
- SILVA, L. M. M.; MATOS, V. P.; PEREIRA, D. D.; LIMA, A. A. Morfologia de frutos e sementes e plântulas de *Luetzelburgia auriculata* Duke (pau serrote) e *Pterogyne nitens* Tul. (madeira-nova-do-brejo) – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 2, p. 154-159, 1995.
- SPINOLA, M. C. M.; CÍCERO, S. M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 263-270, 2000.
- TEÓFILO, E. M., SILVA, S. D., BEZERRA, A. M. E., MEDEIROS FILHO, S., & SILVA, F. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em função do tipo de embalagem, ambiente e tempo de armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 2, p. 371-376, 2004.
- TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; DANTAS NETO, J. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 307-311, 2007.
- VENTUROLI, F.; FAGG, C. W.; FELFILI, J. M. Desenvolvimento inicial de *Dipteryx alata* Vogel e *Myracrodruon urundeuva* Allemão em plantio enriquecido de uma floresta estacional semidecídua secundária. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 3, p. 482-493, 2011.
- VIEIRA, R. F.; SILVA, S. R.; ALVES, R. de B. das N.; SILVA, D. B. da; DIAS, T. A. B.; WETZEL, M. M. V. da S.; UDRY, M. C.; MARTINS, R. C. (Ed.). **Reunião Técnica Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e**

aromáticas. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia: IBAMA, 2002. 184 p.

VIRGENS, I. O.; CASTRO, R. D.; FERNANDEZ, L. G.; PELACANI, C. R. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anarcadiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 681-692, 2012.

CAPÍTULO I

GERMINAÇÃO E VIGOR EM DIÁSPOROS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

GERMINAÇÃO E VIGOR EM DIÁSPOROS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

RESUMO

As características das plantas que compõem o Bioma Caatinga ainda não são totalmente conhecidas, o que dificulta a realização de pesquisas, sendo necessários estudos visando o reconhecimento, a disseminação e a conservação de tais grupos de plantas. A espécie *Myracrodruon urundeuva* sofreu ao longo de décadas intensa e predatória exploração, o que a levou à lista oficial do IBAMA da flora brasileira ameaçada de extinção. Devido a este fato, se faz necessário aumentar o conhecimento da germinação de suas sementes e de sua propagação, tendo em vista que as informações, até o momento, sobre a qualidade fisiológica inicial dessa espécie não são conclusivas. Assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar indivíduos de *M. urundeuva* através de testes de viabilidade e vigor, bem como determinar as condições adequadas para condução do teste de envelhecimento acelerado saturado em diásporos desta espécie. Para tal, indivíduos de *M. urundeuva* foram selecionados em três áreas do estado da Paraíba, localizadas nos municípios de São João do Cariri – Área 1 e Boa Vista – Áreas 2 e 3, nos quais foram coletados diásporos que, foram encaminhados ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da UFPB, em Areia-PB. Os diásporos foram beneficiados e em seguida procedeu-se a determinação do teor de água e as seguintes avaliações: Teste de germinação, emergência de plântulas, primeira contagem de germinação e emergência (PCG e PCE), índice de velocidade de germinação e emergência (IVG e IVE), comprimento e massa seca de plântulas. Além desses testes, foi determinada a metodologia para execução do teste de envelhecimento acelerado salino e seleção de indivíduos com diásporos mais vigorosos. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado (DIC) e os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott a 1% de probabilidade. O teor inicial de água dos diásporos provenientes de cada indivíduo de aroeira não apresenta grande variação (menor ou igual a 2,5%); os indivíduos com maiores percentuais de germinação possuem valores acima de 70%. No controle de qualidade fisiológica inicial de diásporos de aroeira a avaliação do vigor é fundamental; dentre os indivíduos com diásporos mais vigorosos pelo teste de emergência, PCE e IVE destacam-se o 4, 9, 11 e 18. Pela avaliação conjunta do teste de germinação e emergência, além dos quatro indivíduos citados anteriormente, selecionou-se 1, 5, 8 e 13. Os oito indivíduos selecionados foram submetidos ao envelhecimento acelerado salino e as variáveis avaliadas se adequaram ao modelo linear com decréscimo dessas com aumento do período de exposição ao envelhecimento, porém com grande plasticidade adaptativa pela variação do vigor entre os indivíduos. Os indivíduos de *M. urundeuva* têm germinação e vigor diferenciados entre áreas de coleta, assim como dentro de uma mesma área; para avaliar o vigor dos diásporos de aroeira pelo teste de envelhecimento acelerado salino deve empregar a temperatura de 41 °C durante o período de 24 horas, destacando-se, de acordo com esse teste, o indivíduo onze como o mais vigoroso.

Palavras-chave: plasticidade adaptativa, viabilidade, vigor.

GERMINATION AND VIGOR IN DIASPORAS *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

ABSTRACT

Plant characteristics that make up the Caatinga are not yet fully known, making it difficult to conduct research, studies need recognition, dissemination and preservation of such groups of plants. The species *Myracrodruon urundeuva* suffered over decades of intense and predatory exploitation, which led to the official list of IBAMA flora endangered. Due to this fact, it is necessary to increase the knowledge of seeds germination and propagation, given that the information so far on the initial quality of this kind are not conclusive. The aim of this work was to select individuals of *M. urundeuva* through viability and vigor tests, as well as determine the appropriate conditions for conducting accelerated aging saturated diaspore this species test. For such individuals of *M. urundeuva* were selected in three areas of Paraíba state, located in the municipalities of the ray tracing - Area 1 and Boa Vista - Areas 2 and 3, in which were collected diaspores that were sent to the Laboratory of Seed Analysis (LAS) of the Department of Plant and Environmental Sciences UFPB, Areia-PB. Diaspores have benefited and then proceeded to determine the water content and the following assessments: Test germination, seedling emergence, first count of germination and emergence (FCG and FCE), germination speed index and emergence speed index (GSI and ESI), length and dry weight of seedlings. In addition to these tests, the methodology for the implementation of accelerated aging saline and selection of individuals with more vigorous diaspore test was determined. The design was completely randomized (CRD) and the data were subjected to analysis of variance and the means were compared by Skott-Knott test at 1% probability. The initial water content of the seeds from each individual mastic does not show great variation (less than or equal to 2.5%); individuals with higher germination rates have values above 70%. In control of initial quality diaspore mastic evaluation of force is crucial; among individuals with more vigorous diaspore by emergency test, FCE and EVI stand out the 4, 9, 11 and 18. The joint evaluation of germination and emergence test, besides the four individuals mentioned above, we selected 1, 5, 8 and 13 the eight participants were submitted to accelerated aging and saline variables evaluated are suited to the linear model with these decrease with increasing periods of exposure to aging, but with large adaptive plasticity by varying the force between individuals. Individuals of *M. urundeuva* have differentiated between germination and vigor collecting areas, as well as within the same area; to evaluate the effect of diaspore mastic by accelerated aging test saline must employ a temperature of 41 °C during 24 hours, highlighting, according to this test, the individual eleven as the most vigorous.

Keywords: adaptive plasticity, viability, vigor.

1.1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é uma região de clima característico semiárido, apresentando plantas fisiologicamente adaptadas às condições ambientais extremas, fato que contribui para a sua elevada taxa de endemismo (QUEIROZ, 2009; SAMPAIO, 2010). O estudo e a conservação da diversidade biológica deste bioma tornam-se um dos maiores desafios da ciência no Brasil, tendo em vista que é a região natural brasileira menos protegida, cujas unidades de conservação cobrem menos de 2% do seu território (LEAL et al., 2003).

As características das plantas que compõem o bioma Caatinga ainda não são totalmente conhecidas, o que dificulta a realização de pesquisas, especialmente na fase de seleção pelo baixo número de indivíduos e a coleta dos diásporos alados. Neste sentido, estudos com estes grupos de plantas tornam-se necessários, principalmente os que envolvam aspectos fisiológicos, morfológicos e anatômicos, com vista a conseguir o reconhecimento, a disseminação e a conservação de tais espécies (AZEVEDO, 2012).

Myracrodruon urundeuva é uma espécie pertencente à família Anacardiaceae, nativa do Brasil, amplamente distribuída na Caatinga, sendo também conhecida por aroeira-do-cerrado, aroeira-do-sertão e aroeira-preta (GURGEL-GARRIDO et al., 1997; CARMELLO-GUERREIRO e PAOLI, 2002). A árvore desta espécie, devido à beleza de sua copa, aproximadamente piramidal, e suas qualidades ornamentais, é indicada para arborização em geral (LORENZI, 2008). Além disso, a aroeira assume grande importância na farmacologia, pois sua entrecasca possui propriedades anti-inflamatórias, adstringentes, antialérgicas e cicatrizantes, as raízes são usadas no tratamento de reumatismo e as folhas são indicadas para o tratamento de úlceras (CARLINI et al., 2010). Ainda possui relevante importância econômica, sendo utilizada para extração de taninos e exploração da madeira, a qual é caracterizada como dura, pesada e com alto conteúdo de tanino, o que lhe confere resistência à decomposição (QUEIROZ et al., 2002; CARLINI et al., 2010); sendo, por isso, muito usada na fabricação de postes, dormentes, mourões e móveis.

Devido à variedade de utilização, *M. urundeuva* sofreu ao longo de décadas intensa e predatória exploração, o que a levou à lista oficial da flora ameaçada de extinção (BRASIL, 2008). Tal fato torna imprescindível o uso da espécie em programas de reflorestamentos, visando à sua preservação e exploração sustentável. Para tal é necessário aumentar o conhecimento sobre a germinação de suas sementes e de sua propagação, tendo em vista que

informações sobre a qualidade fisiológica inicial dessa espécie não são conclusivas (DORNELES et al., 2005; NUNES et al., 2008).

A qualidade fisiológica de sementes geralmente é avaliada pelos testes de germinação e vigor, caracterizando-se seus atributos físicos e fisiológicos, uma vez que, nas espécies nativas, ocorre elevada variação na germinação entre diferentes populações (SILVA e CARVALHO, 2008).

Mesmo o teste de germinação sendo um método padronizado e bastante utilizado, este pode não ser suficiente para diferenciar lotes de sementes que mantenham superioridade em condições ambientais, logo, os testes de vigor podem complementar e indicar relativamente o desempenho de lotes no campo e após o armazenamento (MATTHEWS et al., 2009). Mendonça et al. (2008) salientam que um único teste de vigor não é capaz de caracterizar todas as interações possíveis entre as sementes e as condições ambientais; nesse sentido, recomendam o uso de mais de um teste de vigor para aumentar as informações e diminuir os erros associados à decisão de se aceitar ou rejeitar um lote de sementes.

Dentre os testes de vigor, o de envelhecimento acelerado tem se destacado como sendo um dos mais eficientes e sensíveis, proporcionando resultados promissores na avaliação da qualidade de sementes de espécies arbóreas (MARCOS FILHO, 2005; BENTO et al., 2010). Esse teste é utilizado para estimar o potencial de desenvolvimento das sementes em condições de campo e para determinar a capacidade de armazenamento dos lotes (SCHMIDT, 2000; PIÑA-RODRIGUES et al., 2004; MARCOS FILHO, 2005; TILLMANN, 2005).

Temperaturas muito altas, associadas ou não a longos períodos de exposição, podem ocasionar a perda da viabilidade das sementes ou, ainda, favorecer o desenvolvimento de microrganismos, tal fato foi observado por Caldeira e Perez (2010) ao pesquisarem uma metodologia para o teste de envelhecimento acelerado em diásporos de *M. urundeuva*, enfrentaram problemas relativos à infestação por fungos nas maiores temperaturas e tempos (45 °C nos períodos de exposição de 30 e 36 horas). Ainda os mesmos autores indicaram a temperatura de 45 °C nos tempos de 12 e 24 horas como adequada para avaliar a qualidade fisiológica de diásporos de aroeira.

Uma alternativa para o controle de fungos é o uso de envelhecimento acelerado modificado, ou seja, a utilização de solução salina e não de água destilada como no envelhecimento tradicional. Essa metodologia foi adotada por Rosseto et al. (2004), ao ensaiarem o uso de solução salina em amendoim (*Arachis hypogaea* L.), verificaram que a técnica permite a redução da umidade relativa do ambiente no interior dos compartimentos

individuais e, com isso, retarda a absorção de água pelas sementes, podendo controlar o desenvolvimento de fungos.

Outro fato apontado pelas pesquisas é que espécies possuidoras de sementes de pequeno tamanho têm resultados pouco consistentes devido à variação muito acentuada do grau de umidade das amostras após o envelhecimento (RAMOS et al., 2004). Logo, é interessante a substituição da água por soluções de sais na condução deste teste por permitir a obtenção de níveis específicos de umidade relativa do ar, reduzindo a taxa de absorção de água e, conseqüentemente, a velocidade e intensidade de deterioração das sementes (JIANHUA e McDONALD, 1996; TUNES et al., 2011).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou selecionar indivíduos de *M. urundeuva*, através de testes de viabilidade e vigor, bem como determinar as condições adequadas para condução do teste de envelhecimento acelerado saturado em diásporos desta espécie.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Seleção dos indivíduos de *M. urundeuva*

O presente trabalho foi realizado utilizando-se 28 indivíduos de *M. urundeuva* selecionados em três áreas localizadas nos municípios de São João do Cariri – Área 1 (A1) e Boa Vista – Áreas 2 (A2) e 3 (A3), considerando, entre outros aspectos, a presença da espécie florestal previamente definida como prioritária.

Os 28 indivíduos selecionados estavam distribuídos por toda a área, os quais possuíam grande número de inflorescências, boa formação da copa e aparência fitossanitária; em seguida, estes foram georeferenciados e catalogados em fichas de identificação individual.

A região do município de São João do Cariri apresenta pluviosidade média de 350 mm anuais, com clima, segundo a classificação de Köppen, sendo do tipo Bsh' ou semiárido quente, com chuvas de verão-outono. Enquanto Boa vista apresenta precipitações pluviométricas médias anuais em torno de 400 mm, e segundo a classificação de Köpen, o clima é também do tipo Bsh' – semiárido quente. O que caracteriza o clima dessas regiões é a grande irregularidade de seu regime pluviométrico, havendo anos de período chuvoso quase ausente (IBGE, 2005). A temperatura média anual gira em torno de 24,5 °C e sua vegetação é do tipo caatinga hiperxerófila. Os recursos hídricos estão representados por rios intermitentes

e por açudes que não permitem o abastecimento das populações, nem a manutenção de uma atividade agrícola e pecuária de modo permanente (SOUSA, 2007).

1.2.2 Avaliação dos indivíduos de *M. urundeuva*

Foram coletados diásporos de todos os indivíduos selecionados e posteriormente estes foram encaminhados ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da UFPB, em Areia–PB. Os diásporos foram beneficiados para retirada da ala e em seguida procedeu-se as seguintes determinações e avaliações:

- **Teor de água** – realizado pelo método da estufa à 105 ± 3 °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de 20 diásporos.
- **Teste de germinação** – os diásporos foram desinfestados com hipoclorito de sódio 0,5% durante 5 minutos e após, utilizando-se quatro subamostras de 25 diásporos por indivíduo, foram semeados em caixas tipo gerbox[®] contendo o substrato vermiculita na capacidade de retenção de 60%; sendo em seguida acondicionados em câmaras de germinação tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), reguladas na temperatura de 25 °C, sendo realizadas contagens do quinto ao décimo dia após a semeadura (PACHECO et al., 2006).
- **Emergência de plântulas** – o teste foi conduzido em ambiente protegido utilizando-se quatro subamostras de 25 diásporos, tratados com hipoclorito de sódio 0,5% por 5 minutos e distribuídos em bandejas contendo areia lavada e esterilizada, em uma profundidade de 1 cm. As contagens foram realizadas no quinto e décimo dia após a semeadura, utilizando-se como critério de avaliação inicial a emersão da alça do hipocótilo.
- **Primeira contagem de germinação e emergência (PCG e PCE)** - correspondente ao surgimento das primeiras plântulas até o quinto dia após a semeadura.
- **Índice de velocidade de germinação e emergência (IVG e IVE)** - determinados de acordo com a equação proposta por Maguire (1962).
- **Comprimento de plântulas** - ao final do teste de emergência, as plântulas normais de cada repetição, foram medidas utilizando-se régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula e os critérios de normalidade adotados conforme Brasil (2009).
- **Massa seca de plântulas** - as plântulas normais de cada repetição foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de ventilação forçada, regulada

a 65 °C, até atingir peso constante. Após este período, as plântulas foram retiradas da estufa e pesadas em balança analítica, com precisão de 0,001g (NAKAGAWA, 1999), sendo os resultados expressos em mg/plântula.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 diásporos por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott a 1% de probabilidade.

1.2.3 Determinação da metodologia para execução do teste de envelhecimento acelerado salino e seleção de indivíduos superiores de *M. urundeuva*

Para o envelhecimento acelerado salino foram utilizados 160 diásporos/indivíduo (selecionados de acordo com os testes de emergência e germinação) dispostos em camada única sobre uma tela de alumínio no interior de caixas plásticas do tipo gerbox[®] contendo 40 mL de solução saturada [40 g de NaCl para cada 100 mL de água destilada seguindo metodologia proposta por Jianhua e McDonald (1996)]. Após a vedação das caixas, os tratamentos foram colocados em B.O.D. regulada à temperatura de 42 °C. Os períodos de envelhecimento foram de 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas.

O teor de água dos diásporos antes e após o teste de envelhecimento acelerado foi determinado visando à avaliação da uniformidade do teste nos indivíduos avaliados. E ainda, o teste de emergência, com avaliação das variáveis: emergência, PCE, IVE, comprimento e massa seca de plântulas (descritos no item 1.2.2).

Após adequação de metodologia para o envelhecimento acelerado salino com os diásporos de aroeira, na qual foi determinado o período de exposição em que ocorre o ranqueamento dos indivíduos em níveis de vigor, foi realizada análise de variância e comparação de médias pelo teste de Skott-Knott a 1% de probabilidade do referido período.

Para o envelhecimento acelerado salino utilizou-se o DIC, em esquema fatorial 6 x 8 (períodos de exposição x indivíduos de *M. urundeuva*), aplicando-se regressão polinomial para os períodos de envelhecimento.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1.1, está descrita a determinação do teor de água, bem como as variáveis germinação e índice de velocidade de germinação para os diásporos de 28 indivíduos de *M.*

urundeuva selecionados para este estudo nos municípios paraibanos de São João do Cariri (A1) e Boa Vista (A2 e A3).

Tabela 1.1 Valores médios obtidos para determinação do teor de água de diásporos (TA) e dos testes de germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de vinte e oito indivíduos de *M. urundeuva* provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri.

Áreas	Indivíduos	TA (%)	G (%)	PCG (%)	IVG
São João do Cariri – Área 1	1	11,25	85 a	48 c	4,00 b
	2	10,95	69 c	60 c	4,09 b
	3	10,25	81 b	69 b	4,74 a
	4	10,88	79 b	69 b	5,13 a
	5	10,11	86 a	49 c	4,27 b
	6	10,54	34 e	10 f	1,42 e
Boa Vista – Área 2	7	11,68	60 c	49 c	3,63 b
	8	10,35	85 a	53 c	3,64 b
	9	9,93	93 a	86 a	5,43 a
	10	11,52	23 f	19 e	1,40 e
	11	10,88	75 b	70 b	5,11 a
	12	10,16	48 d	45 c	3,11 c
	13	9,51	84 a	29 d	3,55 c
	14	10,06	63 c	19 e	2,60 d
Boa Vista – Área 3	15	10,89	70 c	53 c	3,90 b
	16	10,32	40 d	14 e	1,61 e
	17	10,57	58 c	31 d	2,94 c
	18	9,49	84 a	76 b	5,25 a
	19	10,68	46 d	28 d	2,15 d
	20	10,70	80 b	52 c	3,88 b
	21	10,66	68 c	11 f	2,73 d
	22	10,42	79 b	19 e	3,29 c
	23	11,91	4 g	4 f	0,99 e
	24	10,52	64 c	44 c	3,45 c
	25	11,09	60 c	31 d	3,17 c
	26	10,58	77 b	42 c	3,23 c
	27	9,91	75 b	49 c	3,95 b
	28	10,21	30 e	6 f	1,21 e
CV (%)			10,91	18,69	16,53

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott.

O teor inicial de água dos diásporos provenientes de cada indivíduo de aroeira não apresentou grande variação (menor ou igual a 2,5%) (Tabela 1.1). Esse fato é importante na execução dos testes de vigor, considerando que a uniformidade do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, 1999). Valores nessa faixa para mesma espécie foram encontrados por Virgens et al. (2012), Lucio et al. (2007) e Caldeira (2007) que constatarem teores de água inicial dos diásporos de 10,17; 9,62 e 9,7%, respectivamente.

Em relação ao teste de germinação (Tabela 1.1) os indivíduos com maiores percentuais foram 1 e 5 da Área 1 (A1) 8, 9 e 13 da Área 2 (A2) e 18 na Área 3 (A3). Todos esses indivíduos produziram diásporos com germinação acima de 70%, superando assim a estimativa de Dorneles et al. (2005), ao destacarem que o mais frequente para essa espécie nas condições do cerrado são valores abaixo de 70%, com variações entre 20 a 90%.

Para a primeira contagem de germinação os diásporos do indivíduo 9 (A2) foram superiores aos demais avaliados. Essa variável foi avaliada ao quinto dia após a instalação, já que ao segundo dia não ocorreu germinação, mesmo sendo recomendado por Pacheco et al. (2006). Tal resultado poderia induzir a presença de dormência nos diásporos de aroeira, fato este discutido na literatura. Para Nunes et al. (2008) diásporos intactos apresentaram viabilidade e vigor semelhantes àqueles escarificados, denotando a ausência de dormência tegumentar nos diásporos de aroeira, porém Guedes et al. (2009) recomendam ácido sulfúrico por 12 minutos para superar a dormência tegumentar. O fenômeno da dormência na presente pesquisa também é controverso, logo que todos os indivíduos obtiveram germinação elevada e 15 deles igual ou superior a 70%, sem a necessidade de tratamento pré-germinativo.

A quantidade final de diásporos germinados tem sido informação prioritária na produção de mudas em larga escala, no entanto, os testes de vigor, entre estes a velocidade de germinação, são medidas que detectam com mais rigor sua condição fisiológica (DORNELES et al., 2005). Dos indivíduos com maior viabilidade apenas o 9 e 18 produziram diásporos com maiores índices de velocidade de germinação, não diferindo estatisticamente dos indivíduos 3, 4 e 11 (Tabela 1.1). O IVG dos diásporos destes indivíduos foi aproximadamente 5, sendo inferior ao valor (7,27) observado por Pacheco et al. (2006) em trabalho desenvolvido com diásporos de aroeira escarificados, e superior ao encontrado por Scalon et al. (2012) em trabalho com a mesma espécie (0,88).

As variáveis emergência, primeira contagem de emergência, índice de velocidade de emergência, comprimento e massa seca de plântulas para os 28 indivíduos de *M. urundeuva* estão detalhadas na Tabela 1.2.

Tabela 1.2 Valores médios obtidos para os testes de emergência (E), primeira contagem de emergência (PCE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântulas (CPL), massa seca de plântulas (MSPL) de vinte e oito indivíduos de *M. urundeuva* provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri.

Áreas	Indivíduos	E (%)	PCE (%)	IVE	CPL (cm)	MSPL (mg)
São João do Cariri – Área 1	1	67 c	16 d	2,77 c	4,91 c	1,36 e
	2	53 d	28 c	2,69 c	3,87 d	1,55 e
	3	59 c	40 b	3,02 c	2,50 f	1,03 f
	4	84 a	69 a	5,52 a	7,88 a	3,22 c
	5	63 c	56 b	4,01 b	6,64 b	2,80 d
	6	49 d	30 c	2,48 c	3,37 e	0,94 f
Boa Vista – Área 2	7	63 c	51 b	3,42 b	4,18 d	1,13 f
	8	57 c	25 c	2,48 c	2,67 f	1,28 e
	9	88 a	73 a	4,95 a	5,98 b	3,24 c
	10	41 e	33 c	2,34 c	3,73 d	1,30 e
	11	84 a	79 a	4,76 a	4,45 c	2,29 d
	12	62 c	54 b	3,68 b	4,55 c	2,52 d
	13	74 b	43 b	3,44 b	4,83 c	2,65 d
	14	54 d	42 b	2,83 c	3,94 d	1,90 e
Boa Vista – Área 3	15	59 c	51 b	3,42 b	4,65 c	3,60 b
	16	34 e	27 c	1,69 d	1,32 g	0,89 f
	17	49 d	44 b	3,07 c	2,68 f	0,89 f
	18	85 a	76 a	4,91 a	7,25 a	4,63 a
	19	37 e	23 c	1,75 d	2,49 f	1,43 e
	20	75 b	48 b	3,74 b	2,34 f	1,95 e
	21	48 d	29 c	2,31 c	2,30 f	1,56 e
	22	77 b	48 b	3,75 b	2,99 e	1,43 e
	23	16 f	15 d	0,90 e	1,21 g	1,44 e
	24	64 c	46 b	3,00 c	3,94 d	1,82 e
	25	76 b	47 b	3,41 b	4,06 d	1,48 e
	26	72 b	63 a	3,38 b	4,78 c	2,34 d
	27	69 c	22 c	2,93 c	3,24 e	2,00 e
	28	19 f	6 d	1,04 e	1,39 g	0,60 f
CV (%)		14,11	20,45	18,02	14,54	22,29

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott.

Dentre os indivíduos mais vigorosos pelas variáveis E, PCE e IVE (Tabela 1.2) destacam-se o 4, 9, 11 e 18 sendo superiores estatisticamente aos demais, acrescentando o indivíduo 26 na PCE. Os diásporos dos indivíduos 4 e 18 superaram os demais (9, 11 e 26) na variável comprimento de plântulas (CPL) enquanto os do indivíduo 18 também superaram os demais na variável massa seca de plântulas (MSPL).

No controle de qualidade fisiológica inicial de diásporos de aroeira, a avaliação do vigor é fundamental e necessária para estimar o potencial fisiológico dos lotes/indivíduos, utilizando-se as informações em conjunto com os resultados do teste de germinação, fato este afirmado por Marcos Filho (2005).

Os indivíduos 4 e 18 produziram plântulas com as maiores médias de comprimento e massa seca diferindo significativamente dos demais, no entanto, considerando-se o conjunto de variáveis analisadas, os diásporos do indivíduo 18 mostraram-se mais vigorosos. Demonstrando que diásporos vigorosos originam plântulas com maior taxa de crescimento, em razão da maior capacidade de translocação de suas reservas e maior assimilação destas pelo eixo embrionário, seguindo o princípio de translocação e assimilação de reservas ressaltado por Vieira e Carvalho, (1994) e confirmado para diásporos de aroeira armazenados por Guedes et al. (2012).

A partir da avaliação em conjunto dos dados contidos nas tabelas 1.1 e 1.2, foram selecionados os indivíduos 1, 4, 5, 8, 9, 11, 13 e 18. Os diásporos dos indivíduos de *M. urundeuva* têm germinação e vigor diferenciados mesmo entre os indivíduos de uma mesma área, demonstrando a plasticidade adaptativa tanto dos indivíduos selecionados quanto os que não foram. Dorneles et al. (2005) afirmam que essa diferença é normalmente em decorrência da característica genética da planta-mãe e das condições edafoclimáticas do ambiente onde se encontram estabelecidos. Neste sentido, somente os testes de germinação e de emergência com as suas variáveis correlacionadas poderiam não ser eficientes para selecionar os indivíduos superiores, tornando-se necessário um teste de vigor mais rigoroso para complementar essa seleção.

Os resultados relativos ao teor de água inicial dos diásporos e os teores atingidos após os períodos de envelhecimento acelerado em solução salina estão apresentados na Figura 1.1.

A variação dos teores de água (Figura 1.1) entre os indivíduos foi inferior a 2% antes da exposição ao teste de envelhecimento, estando de acordo com recomendação de Marcos Filho (1999), ao afirmar que diferenças superiores são comprometedoras podendo provocar

alterações na velocidade de umedecimento das sementes durante o tratamento de envelhecimento e determinar diferenças na intensidade de deterioração.

Durante o envelhecimento todos os diásporos dos indivíduos de aroeira tiveram comportamento semelhante, se mantendo em torno de 14% após 48 horas de exposição às condições do teste. O menor acréscimo após este período confirma que sementes/diásporos mais secos por apresentarem baixo potencial mátrico absorvem água rapidamente quando colocados em atmosfera úmida (BEWLEY e BLACK, 1994). O aumento no teor de água dos diásporos não foi elevado por estarem submetidos a uma atmosfera modificada (salina) na qual a saturação por umidade é inferior ao teste tradicional realizado com água destilada (JIANHUA e McDONALD, 1996).

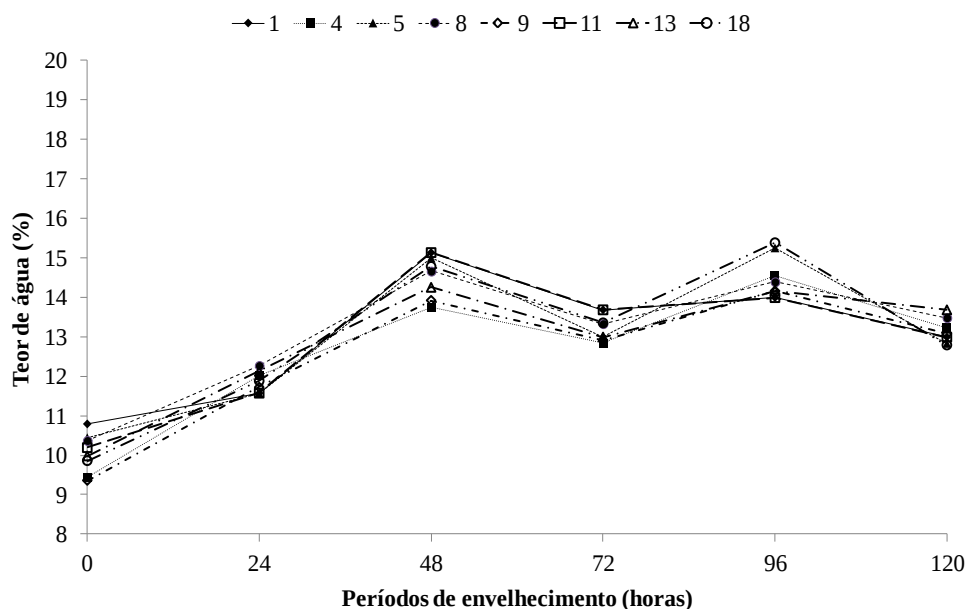


Figura 1.1 Valores médios de teor de água de diásporos de oito indivíduos de *Myracrodruon urundeuva* antes (inicial) e após o teste de envelhecimento acelerado em solução salina, a 42 °C durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Área 1 – indivíduos 1, 4 e 5; Área 2 – indivíduos 8, 9, 11 e 13; Área 3 – indivíduo 18.

As condições proporcionadas pelo envelhecimento acelerado salino interferiram no vigor dos diásporos a partir do primeiro período (24 horas), verificando-se redução do vigor em todos os indivíduos estudados para todas as variáveis analisadas, no entanto com diferenças no grau de vigor confirmando assim a plasticidade da aroeira. Essa plasticidade adaptativa pode se fator para explicar a distribuição da espécie nas regiões brasileiras (Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste) e em outros países (Bolívia, Paraguai e Argentina)

(SANTIM e LEITÃO, 1991; GURGEL-GARRIDO et al., 1997; CARMELLO-GUERREIRO e PAOLI, 1999).

Em relação à emergência de plântulas de aroeira, houve redução ao longo dos períodos avaliados, sendo menos acentuada no período de 24h, verificando-se, a partir de então, diferença entre os indivíduos para esta variável, destacando-se o indivíduo 11, com os diásporos de maior vigor (Figura 1.2). Para este indivíduo, o percentual de emergência inicial reduziu no período de 24 horas de 87 para 80%. Enquanto no maior período (120 horas) houve maior redução com percentual de emergência de aproximadamente 52%. O fato da emergência mesmo após as 24 horas de envelhecimento manter-se acima de 70 % demonstra a elevada qualidade desses diásporos, isto por estar na faixa de germinação de Dorneles et al. (2005) para diásporos não envelhecidos, além de que a manutenção da capacidade germinativa após tempos mais longos de estresse evidencia diásporos mais vigorosos e com maior potencial de armazenamento.

Nos diásporos de aroeira submetidos ao envelhecimento acelerado salino não ocorreu presença de fungos, bem como nas plântulas resultante destes. Caldeira e Perez (2010) indicam que o envelhecimento tradicional à temperatura de 45 °C durante os períodos de 12, 18 e 24 horas é eficiente para avaliar a qualidade fisiológica dos diásporos de aroeira, porém períodos de exposição de 30 e 36 h comprometem a condução do teste pela excessiva presença de fungos. Enquanto que Teófilo et al. (2004) indicam a temperatura de 42 °C com período de exposição de 72h para o teste de envelhecimento acelerado de diásporos de aroeira.

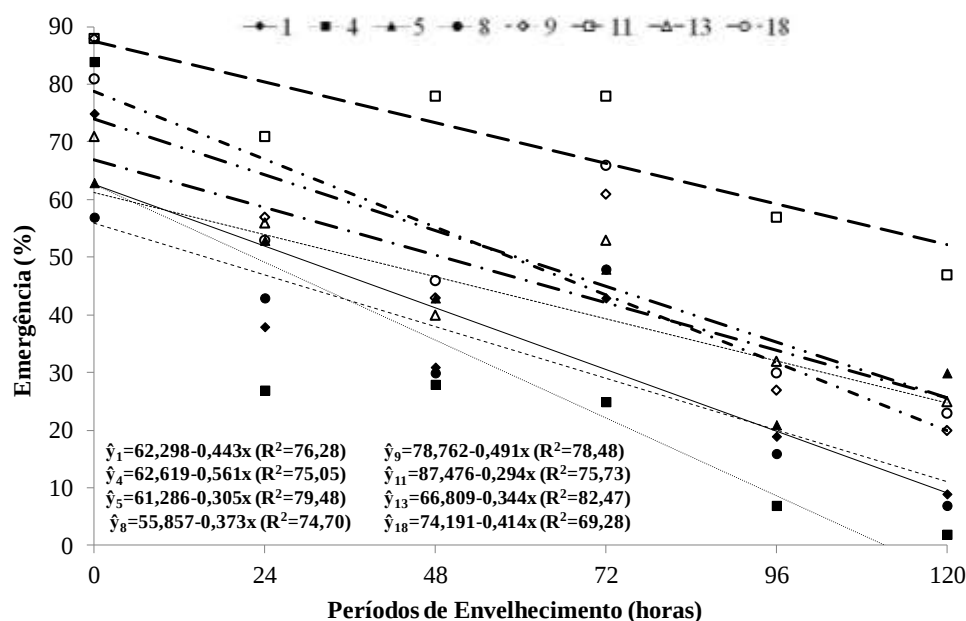


Figura 1.2 Valores médios de emergência em oito indivíduos de *Myracrodruon urundeuva* submetidos ao envelhecimento acelerado salino (NaCl) a 42 °C durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Área 1 – indivíduos 1, 4 e 5; Área 2 – indivíduos 8, 9, 11 e 13; Área 3 – indivíduo 18.

Na primeira contagem de emergência (Figura 1.3), observa-se comportamento semelhante à variável emergência, com indivíduos se adequando ao modelo linear, ocorrendo decréscimo do número de plântulas normais emersas no quinto dia com aumento da exposição dos diásporos às condições de envelhecimento acelerado. Como esperado, diásporos do indivíduo 11 apresentaram maior porcentagem em todos os períodos de envelhecimento avaliados: 63,61; 58,90; 44,18; 34,46; 24,74 e 15,02%, respectivamente.

A redução gradativa do vigor dos diásporos de aroeira mantidos nas condições de estresse durante o envelhecimento acelerado se deve provavelmente a um maior consumo das reservas pela respiração celular e, conseqüentemente, menor velocidade para emergência das plântulas (GUEDES et al., 2013).

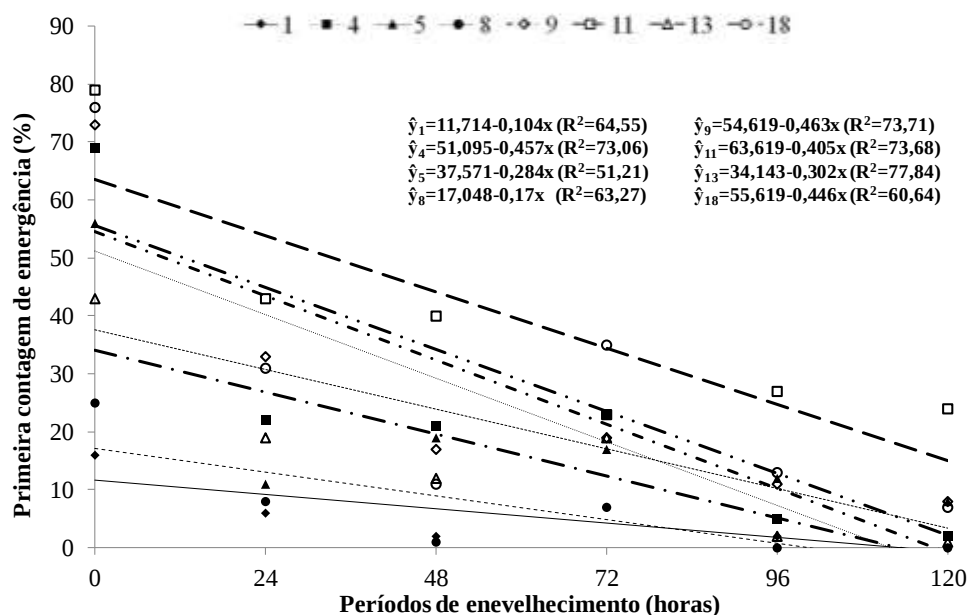


Figura 1.3 Valores médios de primeira contagem de emergência em oito indivíduos de *Myracrodruon urundeuva* submetidos ao envelhecimento acelerado salino (NaCl) a 42 °C durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Área 1 – indivíduos 1, 4 e 5; Área 2 – indivíduos 8, 9, 11 e 13; Área 3 – indivíduo 18.

No índice de velocidade de emergência (Figura 1.4), verifica-se que todos os indivíduos apresentaram comportamento linear decrescente no decorrer dos períodos de exposição às condições de envelhecimento. Similarmente à variável emergência de plântulas, observou-se o maior índice para o indivíduo 11 com 4,34; 3,88; 3,43; 2,97; 2,52 e 2,06 para os períodos 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas de envelhecimento, respectivamente. Esses resultados confirmam a afirmação de Garcia et al. (2004), que diásporos/sementes mais vigorosas submetidas ao envelhecimento acelerado têm germinação mais rápida e elevada, quando comparadas aquelas de baixo vigor. Pinho et al. (2010) avaliaram o comportamento de um único lote de sementes de *Anadenanthera peregrina* (angico) ao envelhecimento nas temperaturas de 40, 50 e 60 °C, durante 24, 48, 72 e 96 h, observando um decréscimo significativo no índice de velocidade de emergência à medida que aumentou o período de exposição na câmara de envelhecimento 10,24; 6,41; 3,98; 2,92 e 3,25, respectivamente.

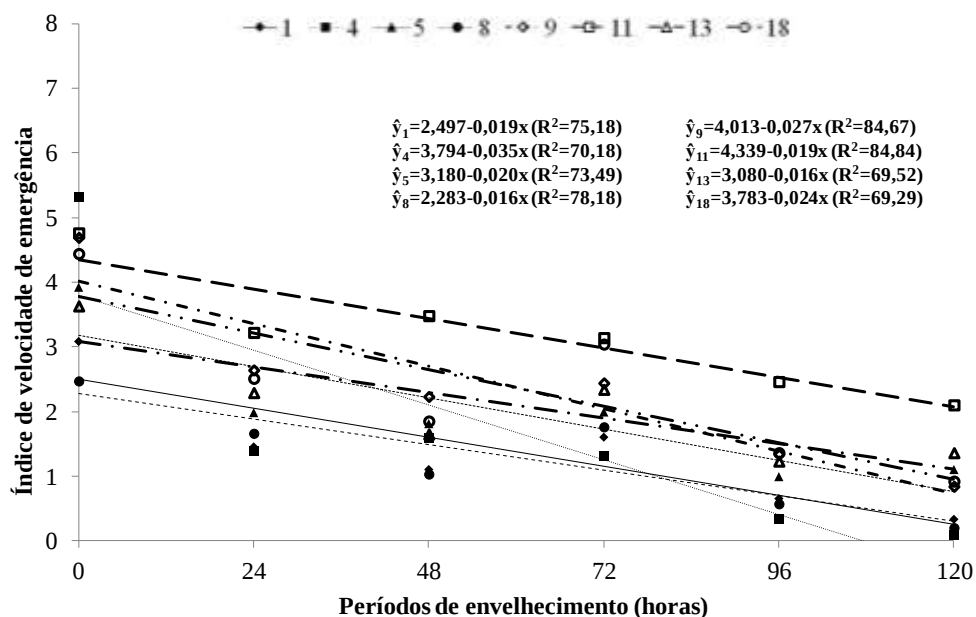
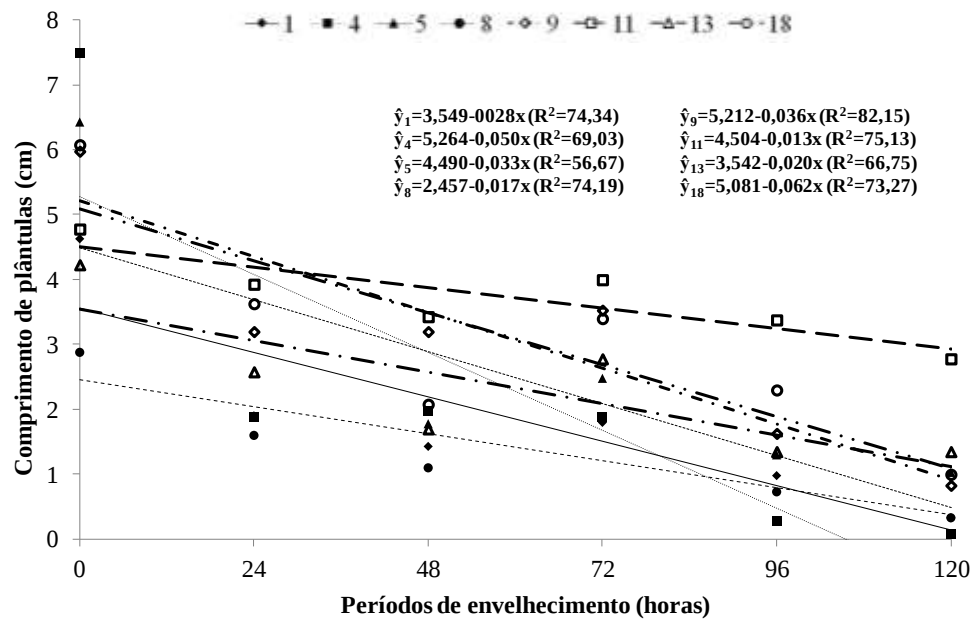


Figura 1.4 Valores médios de índice de velocidade de emergência em oito indivíduos de *Myracrodruon urundeuva* submetidos ao envelhecimento acelerado salino (NaCl) a 42 °C durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Área 1 – indivíduos 1, 4 e 5; Área 2 – indivíduos 8, 9, 11 e 13; Área 3 – indivíduo 18.

Para as variáveis, comprimento e massa seca de plântulas de aroeira submetidas ao envelhecimento salino (Figuras 1.5 A e B, respectivamente), verifica-se que houve decréscimo linear significativo com o aumento do tempo de permanência na câmara de envelhecimento. Pinho et al. (2010) em sementes de *Anadenanthera peregrina* (angico) acondicionadas em câmara de envelhecimento nas temperaturas de 40, 50 e 60 °C, durante 24, 48, 72 e 96 h, relatam que houve decréscimo significativo à medida que se aumentava o tempo de permanência na câmara de envelhecimento para os valores de comprimento e massa seca. Essa diferença entre espécies como também dentro de uma mesma espécie, como ocorre para os indivíduos de aroeira, de acordo com Negreiros e Perez (2004), são fatores intrínsecos das sementes, como diferenças entre espécies, nível de vigor, teor de umidade, condições da planta-mãe e local de produção das sementes.

A



B

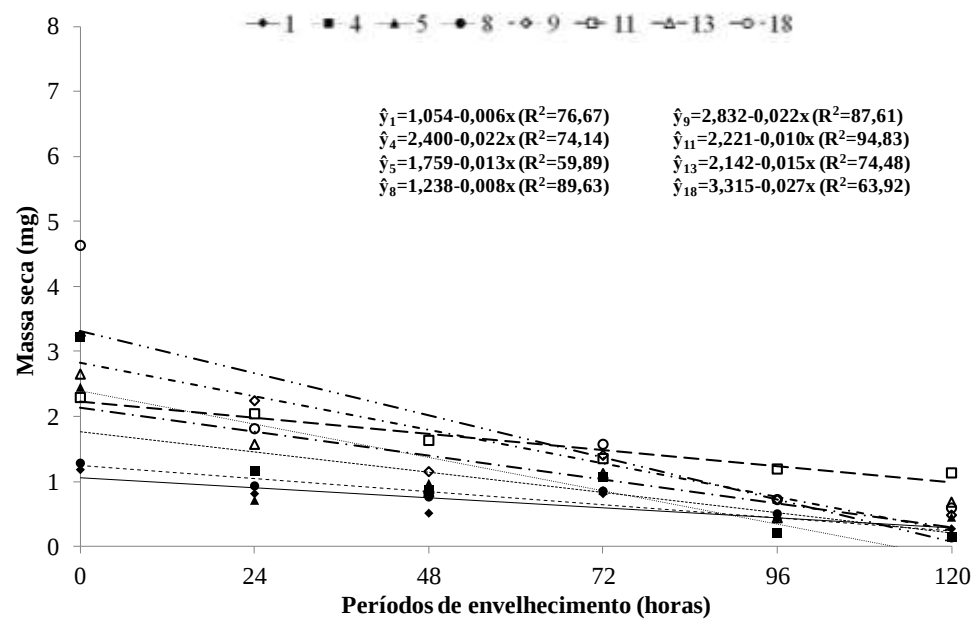


Figura 1.5 Valores médios de comprimento (A) e massa seca de plântulas (B) em oito indivíduos de *Myracrodruon urundeuva* submetidos ao envelhecimento acelerado salino (NaCl) a 42 °C durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Área 1 – indivíduos 1, 4 e 5; Área 2 – indivíduos 8, 9, 11 e 13; Área 3 – indivíduo 18.

Diásporos de *M. urundeuva* submetidos ao período de 24h de exposição em solução saturada de NaCl, avaliada através da análise de comparação de médias para o referido período está descrito na Tabela 1.3. Pode-se verificar maior vigor para o indivíduo 11, em todas as variáveis, não diferindo estatisticamente dos indivíduos 9 e 18 para a primeira

contagem de emergência, assim como não difere do indivíduo 18 para o comprimento e massa seca de plântulas, além do 9 e 13 apenas para a variável massa seca.

Tabela 1.3 Valores médios obtidos para os testes de emergência (E), primeira contagem de emergência (PCE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântulas (CPL) e massa seca de plântulas (MSPL) de oito indivíduos de *M. urundeuva* provenientes do Cariri paraibano. Submetidos a 24 horas de envelhecimento acelerado saturado (EAS).

EAS - 24 – horas						
Áreas	Indivíduos	E(%)	PCE (%)	IVE	CPL (cm)	MSPL (mg)
São João do Cariri	1	37 c	6 c	1,46 c	1,90 d	0,81 b
	4	27 d	22 b	1,40 c	1,88 d	1,16 b
	5	53 b	11 c	1,99 c	1,90 d	0,71 b
Boa Vista	8	43 c	8 c	1,67 c	1,60 d	0,93 b
	9	57 b	33 a	2,65 b	3,20 b	2,24 a
	11	71 a	43 a	3,23 a	3,93 a	2,04 a
	13	56 b	19 b	2,30 b	2,58 c	1,57 a
	18	53 b	31 a	2,52 b	3,63 a	1,81 a
CV (%)		15,69	38,46	16,46	13,57	26,87

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott.

De acordo com os resultados da tabela 1.3 constatou-se que os diásporos de aroeira podem ser ranqueados em classes de vigor, diferindo estatisticamente entre si. Analisando a variável emergência, foram obtidos quatro classes, verificando-se maior vigor para o indivíduo 11; seguido dos indivíduos 5, 9, 13 e 18 considerados com vigor alto; os indivíduos 1 e 8 classificados com vigor intermediário e o 4 com vigor baixo.

O município Boa Vista apresenta indivíduos com diásporos superiores quando comparamos em número com os indivíduos provenientes de São João do Cariri, pelos testes de germinação, emergência e envelhecimento acelerado. Essa observação pode ser explicada pela diferença ambiental entre as localidades, mesmo sendo do mesmo tipo na classificação de Köppen (Bsh' ou semiárido quente) apresentam diferença de pluviosidade de 350 e 400 mm, respectivamente (IBGE, 2005) e também observou-se maior degradação vegetal no município de São João do Cariri, com vegetação mais aberta e de menor porte, quando compara-se com a de Boa Vista, vegetação adensada e árvores de maiores portes. Outro fator para a diferenciação em germinação e vigor dos diásporos dos indivíduos de aroeira pode estar relacionado a variedade genética entre as áreas e mesmo dentro de uma mesma área.

A maior redução do vigor constatada para os indivíduos das duas últimas classes ocorreu provavelmente, em consequência do aumento da taxa de deterioração. Este fato foi explicado por Marcos Filho (1999), quando afirma que amostras com baixo vigor apresentam maior redução de sua viabilidade quando submetidas a exposição a níveis muito extremos de temperatura e umidade relativa. Portanto, segundo este mesmo autor, as sementes mais vigorosas geralmente são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais após serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado.

Como observado, o envelhecimento acelerado é um teste mais rigoroso do que a germinação e emergência no ranqueamento do vigor dos diásporos de indivíduos de aroeira. Na literatura, o referido teste é utilizado para estimar o potencial de desempenho das sementes em condições de campo, podendo, também ser utilizado para determinar a capacidade do potencial de armazenamento dos lotes (SCHMIDT, 2000; PIÑA-RODRIGUES et al., 2004; MARCOS FILHO, 2005; TILLMANN, 2005).

1.4 CONCLUSÃO

- Os indivíduos de *Myracrodruon urundeuva* têm germinação e vigor diferenciados entre áreas de coleta, assim como dentro de uma mesma área, demonstrando a plasticidade adaptativa da espécie;
- Dos vinte e oito indivíduos avaliados oito deles se destacam quanto a viabilidade e vigor;
- O teste de envelhecimento acelerado salino a 41 °C, durante o período de 24 horas, é eficiente para avaliar o vigor dos diásporos de aroeira, assim como na redução de fungos;
- Dentre os indivíduos mais vigorosos, o de número onze se sobressaiu pelo teste de envelhecimento acelerado salino;
- As áreas de Boa Vista demonstram maior potencial para seleção e coleta de diásporos de *M. urundeuva*.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, C. F. **Morfologia, anatomia e fisiologia de plântulas da Caatinga**. 2012. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.
- BENTO, S. R. S. P.; SANTOS, A. E. O.; MELO, D. R. M.; TORRES, S. B. Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* WILLD.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 111-117, 2010.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. p. 365.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. **Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, v. 145, n. 185, 24 set. 2008. Seção 1, p. 75-83.
- CALDEIRA, S. F. **Conservação, viabilidade e vigor de diásporo e crescimento inicial de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.)**. 2007. 183 f. Tese (Doutorado Ecologia e Recursos Naturais). Centro de Ciências Biológicas e de Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2007.
- CALDEIRA, S. F.; PEREZ, S. C. G. A. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para diásporos de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem). **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p. 215-221, 2010.
- CARLINI, E. A.; DUARTE-ALMEIDA, J. M.; RODRIGUES, E.; TABACH, R. Antiulcer effect of the pepper trees *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-da-praia) and *Myracrodruon urundeuva* Allemão, Anacardiaceae (aroeira-do-sertão). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 2, p. 140-146, 2010.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. Aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.- Anacardiaceae), com notas sobre paquicalaza. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, p. 222-228. 1999.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. Ontogeny and structure of the pericarp of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 1, p. 73-79, 2002.
- DORNELES, M. C.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 399-408, 2005.
- GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan - Mimosaceae. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; GONÇASLVES, E. P.; COSTA, E. G.; MEDEIROS, M. S. Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, n. 1, p. 68-75, 2012.

- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; COLARES, P. N. Q.; MEDEIROS, M. S.; SILVA, K. B. Tratamento pré-germinativos em sementes de *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 997-1003, 2009.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, L. S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Chorisia glaziovii* (Kuntze) (Malvaceae). **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, p. 378-385, 2013.
- GURGEL-GARRIDO, L. M. A.; CRUZ, S. F.; FARIA, H. H.; GARRIDO, M. A. O.; VILAS BOAS, O. Efeitos do sombreamento no crescimento da aroeira – *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista do Instituto Florestal**, v. 9, n. 1, p. 47-56, 1997.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA**, 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: Março de 2014.
- JIANHUA, Z.; McDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging for small-seeded crops. **Seed Science and Tecnology**, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.
- LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. 822 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5ª ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2008. 352 p.
- LUCIO, A. D. C.; HOMRICH, F. D. O. F. L.; STORCKI, L. S. J. L. L. Relações entre variáveis nas análises de sementes de espécies florestais nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 697-704, 2007.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 1.1-1.21.
- MATTHEWS, S.; DEMIR, I.; CELIKKOL, T.; KENANOGLU, B. B.; MAVI, K. Vigour tests for cabbage seeds using electrical conductivity and controlled deterioration to estimate relative emergence in transplant modules. **Seed Science and Tecnology**, v. 37, n. 3, p. 736-746, 2009.
- MENDONÇA, E. A. F.; AZEVEDO, S. C.; GUIMARÃES, S. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Testes de vigor em sementes de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n.3, p. 1-9, 2008.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-24.
- NEGREIROS, G. F.; PEREZ, S. C. J. G. A. Resposta fisiológica de sementes de palmeiras ao envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 391-396. 2004.
- NUNES, Y. R. F.; FAGUNDES, M.; ALMEIDA, H. S.; VELOSO, M. D. M. Aspectos ecológicos da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão – Anacardiaceae): fenologia e germinação de sementes. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 248-252, 2008.

- PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 283-297.
- PINHO, D. S.; BORGES, E. E. L.; PONTES, C. A. Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. submetidas ao envelhecimento acelerado e ao osmocondicionamento. **Revista árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 425-434, 2010.
- QUEIROZ, C. R. A. A.; MORAIS, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 485-492, 2002.
- QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009. 467 p.
- RAMOS, N. P.; FLOR, E. P. O.; MEDONÇA, E. A. F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 98-103, 2004.
- ROSSETTO, C. A. V.; LIMA, T. M.; GUIMARÃES, E. C. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, p. 795-801, 2004.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Características e potencialidades. In: **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.
- SANTIN, D. A.; LEITÃO FILHO, H. F. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão (Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 14, p. 133-145, 1991.
- SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; MASETTO, T. E. Aspecto da germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de aroeira. **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 533-539, 2012.
- SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical Forest seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511 p.
- SILVA, B. M. S.; CARVALHO, N. M. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 55-65, 2008.
- SOUSA, R. F. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano**. 2007. 180 p.: il. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande-PB. 2007.
- TEÓFILO, E. M.; SILVA, S. O.; BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S.; SILVA, F. D. B. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO) em função do tipo de embalagem, ambiente e tempo de armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 2, p. 371-376, 2004.
- TILLMANN, M. A. Análisis de semillas. In: BAUDET, L.; PESKE, S. **Semillas: ciencia y tecnología**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005. p. 101-158.

TUNES, L. M.; PEDROSO, D. C.; BADINELLI, P. G.; TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A.; BARROS, A. C. S. A.; MINIZ, M. F. B. Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina e saturada. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 33-37, 2011.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal - SP: FUNEP/UNESP, 1994. 164 p.

VIRGENS, I. O.; CASTRO, R. D.; FERNANDEZ, L. G.; PELACANI, C. R. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anarcadiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 681-692, 2012.

CAPÍTULO II

ESTRESSE HÍDRICO NA GERMINAÇÃO E FORMAÇÃO DE PLÂNTULAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

ESTRESSE HÍDRICO NA GERMINAÇÃO E FORMAÇÃO DE PLÂNTULAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

RESUMO

A germinação de sementes submetidas a fatores abióticos tem importância no conhecimento da ecofisiologia das mesmas e, dentre os fatores que influenciam o processo germinativo, a disponibilidade de água é de fundamental importância, onde todos os aspectos de crescimento e desenvolvimento das plantas são afetados pela deficiência hídrica nos tecidos. Considerando a importância de estudos fisiológicos na germinação de espécies adaptadas a ambientes secos, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o efeito do estresse hídrico, em diferentes capacidades de retenção do solo, na germinação e formação de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Os diásporos provenientes do indivíduo mais vigoroso, selecionado nas etapas anteriores, foram submetidos ao estresse hídrico em condições de capacidade de retenção do solo, nos seguintes níveis: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%. As bandejas foram mantidas em ambiente protegido, com regas três vezes ao dia e a manutenção das capacidades de retenção através de pesagens. Foram realizadas as seguintes determinações e análises: teor de água, emergência, primeira contagem de emergência (PCE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da raiz principal e parte aérea de plântulas, massa seca da raiz e parte aérea de plântulas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete repetições de 25 diásporos, sendo os dados submetidos à análise de variância e análise de regressão polinomial. De acordo com os resultados obtidos para o estresse hídrico em diásporos de *M. urundeuva*, as variáveis estudadas são influenciadas pela variação do conteúdo de água no solo. Verificou-se pelo percentual de emergência, PCE e IVE que quanto menor a capacidade de retenção, mais lenta será a emergência das plântulas, com início de emergência das mesmas a partir de 15% de capacidade de retenção de água no solo. Constatou-se emergência de 50% dos diásporos na capacidade de aproximadamente 43,48%, e valor máximo (77,77%) na capacidade de 60% de retenção. Com relação às mensurações de comprimento e massa seca da raiz e parte aérea verifica-se exigência hídrica em plântulas de aroeira. Desse modo *M. urundeuva* possui determinado grau de exigência em relação à água nos períodos iniciais de desenvolvimento, confirmada por avaliações fisiológicas e estruturais das plântulas, apresentando características adaptativas para perpetuação ao longo do tempo e no espaço em ambiente natural.

Palavras-chave: semiárido, capacidade de retenção, tolerância.

WATER STRESS ON THE GERMINATION AND SEEDLING OF TRAINING *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

ABSTRACT

The germination of seeds subjected to abiotic factors is important in understanding the ecophysiology of the same, and among the factors influencing the germination process, the availability of water is critical, where all aspects of growth and development of plants are affected by disability water in the tissues. Considering the importance of physiological studies on the germination of species adapted to dry environments, the objective with this research was to evaluate the effect of water stress at different retention capabilities of the soil, germination and seedling *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Diasporas from the most vigorous individual, selected in the previous steps, were subjected to water stress under conditions of retention capacity of the soil, the following levels: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 and 60%. The trays were kept in unheated greenhouse watering three times a day and maintaining retention capacities through weighing. Water content, emergency, first count emergency (FCE), emergency velocity index (EVI), length of the main roots and shoots of seedlings, dry weight of roots and shoots of seedlings: the following determinations and analyzes were performed. The experimental design was completely randomized, with seven replicates of 25 diasporas, and the data subjected to analysis of variance and polynomial regression analysis. According to the results obtained for the water stress in diasporas *M. urundeuva*, these variables are influenced by the variation of water content in the soil. It was found by the percentage of emergency, FCE and EVI that the lower the retention capacity, the slower seedling emergence, beginning with the emergence of the same from 15% capacity to retain water in the soil. It was found emergence of the seeds in 50% capacity of about 43.48%, and the maximum value (77.77%) in capacity retention of 60%. With regard to measurements of length and dry weight of root and aerial part there is water requirement in seedlings of mastic. Thus *M. urundeuva* has given level of demand relative to water in the early periods of development, confirmed by physiological and structural evaluations of seedlings, presenting adaptive characteristics for perpetuation over time and space in a natural environment.

Keywords: semiarid, retention capacity, tolerance.

2.1 INTRODUÇÃO

A Região Semiárida brasileira está condicionada ao déficit hídrico relacionado à seca, em decorrência da irregularidade das chuvas e a associação a outros fatores característicos da região, como altas temperaturas e alta intensidade luminosa, que provocam demanda evaporativa alta e consequente dessecação do solo. As plantas da Caatinga apresentam diversas adaptações fisiológicas à essas condições, sendo o estudo dessas adaptações de fundamental importância para o entendimento dos ecossistemas do Semiárido. Neste sentido, o conhecimento dessas variáveis fisiológicas possibilita o entendimento de como espécies vegetais conseguem se estabelecer neste ambiente e, portanto, a sua evolução nos diversos ambientes desse bioma (TROVÃO et al., 2007).

A germinação de sementes submetidas a fatores abióticos tem importância no conhecimento da ecofisiologia das mesmas, e constituem-se em ferramentas que possibilitam a avaliação dos limites de tolerância, sobrevivência e adaptação aos estresses naturais ocorrentes na caatinga e semiárido nordestino (GUEDES et al., 2013).

Dentre os fatores que influenciam o processo germinativo, a disponibilidade de água é de fundamental importância, onde todos os aspectos de crescimento e desenvolvimento das plantas são afetados pela deficiência hídrica nos tecidos, causada pela excessiva demanda evaporativa ou pelo limitado suprimento de água, resultando na diminuição do volume celular e aumento na concentração de solutos (NOGUEIRA et al., 2005). Para que ocorra o início da germinação, a semente deve atingir determinado conteúdo de água, a qual, dependendo da espécie responde diferentemente a níveis iguais de hidratação (SILVA e CARVALHO, 2008).

Os processos mais sensíveis ao déficit hídrico são a expansão celular, síntese da parede celular e síntese proteica nos tecidos de crescimento (SANDRAS e MILROY, 1996), sendo assim, a capacidade das sementes germinarem sob condições limitantes confere vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca (ROSA et al., 2005). Portanto, o entendimento das respostas das plantas ao déficit hídrico é importante para quantificar a capacidade de armazenamento da água no solo e analisar a influência de mecanismos de adaptação das plantas à redução da disponibilidade de água (LEVITT, 1980).

Nesse contexto, a espécie *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira, aroeira-do-cerrado, aroeira-do-sertão, aroeira-preta), caracteriza-se por ser caducifólia nos meses mais secos, coincidindo com a época de floração, entretanto, vem nos últimos anos apresentando

problemas com a diminuição do número de indivíduos, provavelmente pela intensificação do uso de espécies arbóreas da caatinga e a intensificação da degradação dessa área (ANDRADE, et al., 2000; MEDEIROS et al., 2008). Esses fatos impõem a necessidade de estudos sobre a fisiologia da germinação, com a finalidade de fornecer subsídios para a propagação, com vistas à conservação de recursos naturais, bem como a utilização dessas plantas em diferentes estratégias de manejo e conservação.

Considerando a importância de estudos fisiológicos na germinação de espécies adaptadas a ambientes secos, o estresse hídrico configura-se de fundamental importância, uma vez que, a disponibilidade de água é um dos fatores essenciais para desencadear a germinação, estando envolvida no amolecimento do tegumento, favorece a penetração do oxigênio, proporciona aumento no volume do embrião e dos tecidos de reserva, estimula as atividades metabólicas básicas, favorecendo o crescimento do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005). Esse estresse pode ser simulado por soluções com diferentes potenciais osmóticos para umedecer substratos, normalmente papel-toalha, onde as sementes são colocadas para germinar, procurando simular condições de baixa disponibilidade de água no solo, por exemplo, polietileno glicol (PEG 6000) e de manitol (ÁVILA et al., 2007). No entanto, a utilização da capacidade de retenção do solo para simular o estresse hídrico é um método que mais se aproxima da realidade que ocorre no ambiente.

Dos trabalhos realizados com espécies florestais destacam-se o de Silva e Carvalho (2008) com sementes de diferentes tamanhos de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard) colocadas para emergir em areia, sob condições de umedecimento de 25, 50, 75 e 100% da capacidade de retenção de água. Neste estudo os autores concluíram que o excesso de água reduz a germinação e, a falta, o crescimento das plântulas de faveira. Silva et al. (2010) avaliando o crescimento de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd) cultivadas em solo nas mesmas capacidades de retenção, afirmaram que esta espécie na fase de muda parece ter desenvolvido rusticidade para superar períodos de seca, sem modificar o padrão de distribuição de matéria seca.

Na literatura constam alguns trabalhos com diásporos de aroeira submetidos a estresse hídrico, dentre esses o realizado por Scalon et al. (2013) que avaliaram o condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial de mudas de aroeira. Nesse estudo, os autores mantiveram os diásporos pré-embebidos em soluções com diferentes concentrações de PEG e KNO_3 e incubados a 10 e 20 °C, durante 0 (controle), 12 e 24 horas.

Virgens et al. (2012) avaliaram o comportamento germinativo de diásporos de *M. urundeuva* sob diferentes temperaturas e potenciais hídricos, utilizando-se soluções de PEG (6000) e a combinação destes, assim como a viabilidade das diásporos após condicionamento osmótico. No referido trabalho a germinação máxima ocorreu na temperatura de 25 °C e nula na de 40 °C, para restrição hídrica, -0,2 MPa foi o potencial ótimo e a partir de -0,9 MPa a germinação foi nula, diásporos de aroeira não toleram a combinação dos estresses de altas temperaturas e diminuição dos potenciais osmóticos.

Considerando a importância da disponibilidade hídrica na germinação e formação de plântulas, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o efeito do estresse hídrico, em diferentes capacidades de retenção do solo, na germinação e formação de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os diásporos provenientes do indivíduo mais vigoroso, selecionado nas etapas anteriores, foram submetidos ao estresse hídrico em condições de capacidade de retenção do solo.

O solo, oriundo da área de coleta, foi peneirado para remoção de pedregulhos e cascalhos e a capacidade de retenção de água no solo foi determinada pelo método gravimétrico direto. Para determinação deste método utilizou-se cinco tubos revestidos na parte inferior com tecido tipo *voil* para permitir a drenagem da água (Figura 2.1 A e B).

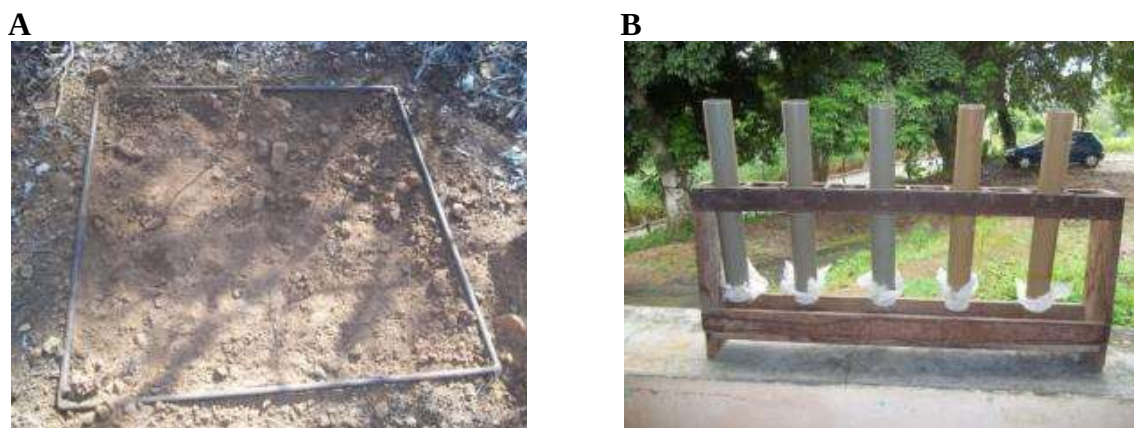


Figura 2.1 Coleta de solo (A) e determinação da capacidade de retenção do solo (B).

Em cada tubo foi colocado o equivalente a 3 kg de solo, sendo estes umedecidos até a saturação por capilaridade. A partir de então, ficaram sujeitos à drenagem por um período de 20 horas, até cessar totalmente a drenagem livre. Em seguida, determinou-se o volume de água retido, em cada tubo, pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, já sendo conhecido o teor de água inicial do solo antes da realização do experimento. A partir deste procedimento foi adotado como capacidade de campo o conteúdo de água retido pelo solo após sofrer saturação e consequente ação da gravidade, até o cessamento da drenagem.

As análises físicas e químicas do solo da área de coleta utilizado como substrato estão descritas na tabela 2.1.

Tabela 2.1 Análise física e química do solo da área de coleta dos diásporos de *Myracrodruon urundeuva* no município de Boa Vista - PB.

Características Físicas								
Granulometria (g/Kg)			Densidade (g/cm)		Umidade (g/100g)		Porosidade (g/Kg)	Classe Textural
Areia	Silte	Argila	Solo	Partícula	0,01 MPa	1,5 MPa		
672,2	240,2	87,6	1,51	2,63	18,14	3,72	425,8	Franco arenoso
Características Químicas								
pH	P (mg/dm³)	Na ⁺¹	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	N	M.O.
		-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----g Kg ⁻¹ -----	
6,63	2,60	0,31	0,51	2,94	3,31	0	0,7	12,6

No laboratório de análise de sementes (LAS), os diásporos foram acondicionados em papel Kraft e armazenados na câmara fria e seca (13 °C $\pm$ 2 °C e UR 65%) durante 4 meses, até a realização do estresse hídrico. Na realização deste experimento os diásporos foram homogeneizados e desinfestados com hipoclorito de sódio a 0,5 %, durante 5 minutos. Em seguida, foram semeados em bandejas plásticas individualizadas para cada repetição. O solo utilizado como substrato foi umedecido de acordo com a capacidade de retenção, calculada a partir da capacidade de campo determinada anteriormente, nos seguintes níveis: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%. As bandejas foram mantidas em ambiente protegido, com regas três vezes ao dia e a manutenção das capacidades de retenção através de pesagens.

Foram realizadas as seguintes determinações e análises:

- **Teor de água** - determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de 20 diásporos.

- **Emergência** - conduzido em condição de ambiente protegido utilizando-se sete subamostras de 25 diásporos, tratados com hipoclorito de sódio 0,5% por 5 minutos, distribuídos em bandejas contendo solo da área de coleta, em uma profundidade de 1 cm. As contagens foram realizadas ao décimo quinto e vigésimo quinto dia após a semeadura, usando como critério de avaliação a emergência da alça do hipocótilo (BRASIL, 2013).
- **Primeira contagem de emergência (PCE)** - correspondente à ocorrência das primeiras plântulas emergidas até o décimo quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2013).
- **Índice de velocidade de emergência (IVE)** - determinado de acordo com a equação descrita por Maguire (1962).
- **Comprimento da raiz principal e parte aérea de plântulas** - ao final do estresse hídrico, dez plântulas normais, de cada repetição, foram medidas utilizando-se régua graduada em centímetros, do ápice da raiz até a diferenciação do colo para raiz principal e do colo para a inserção dos cotilédones para a parte aérea. Os critérios de normalidade adotados foram conforme Brasil (2009).
- **Massa seca da raiz e parte aérea de plântulas** - dez plântulas normais, de cada repetição foram seccionadas em parte aérea e raiz, para em seguida, serem acondicionadas separadamente em sacos de papel e levadas à estufa de ventilação forçada, regulada a 65 °C, até atingir peso constante. Após este período, as partes das plântulas foram retiradas da estufa e pesadas em balança analítica, com precisão de 0,001g (NAKAGAWA, 1999), sendo os resultados expressos em mg.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete repetições de 25 diásporos, sendo os dados submetidos à análise de variância e análise de regressão polinomial.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos para o estresse hídrico em diásporos de *Myracrodruon urundeuva*, as variáveis estudadas foram influenciadas pela variação do conteúdo de água no solo.

O número de plântulas de *M. urundeuva* emersas ao vigésimo quinto dia (Figura 2.2) apresentou acréscimo gradativo com o aumento da capacidade de retenção do solo, sendo verificada emergência de 50% dos diásporos na capacidade de aproximadamente 43,48%, e valor máximo (77,77%) na capacidade de 60% de retenção. No ambiente da Caatinga a capacidade de 60% dificilmente se mantém por longos períodos e quando ocorrerem, por isso esses valores podem ser úteis para ambientes de laboratório na realização do teste de germinação e emergência, assim como na produção de mudas de aroeira, ressaltando que as mudas devem passar por uma etapa de aclimação antes do plantio nas áreas de Caatinga a serem reflorestada.

Na menor capacidade de retenção utilizada não ocorreu emergência de plântulas, segundo Ávila et al. (2007) para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação e consequente emergência das plântulas não ocorrem. Esse fato é benéfico na perpetuação da espécie que inicia o processo da germinação em níveis de água adequados.

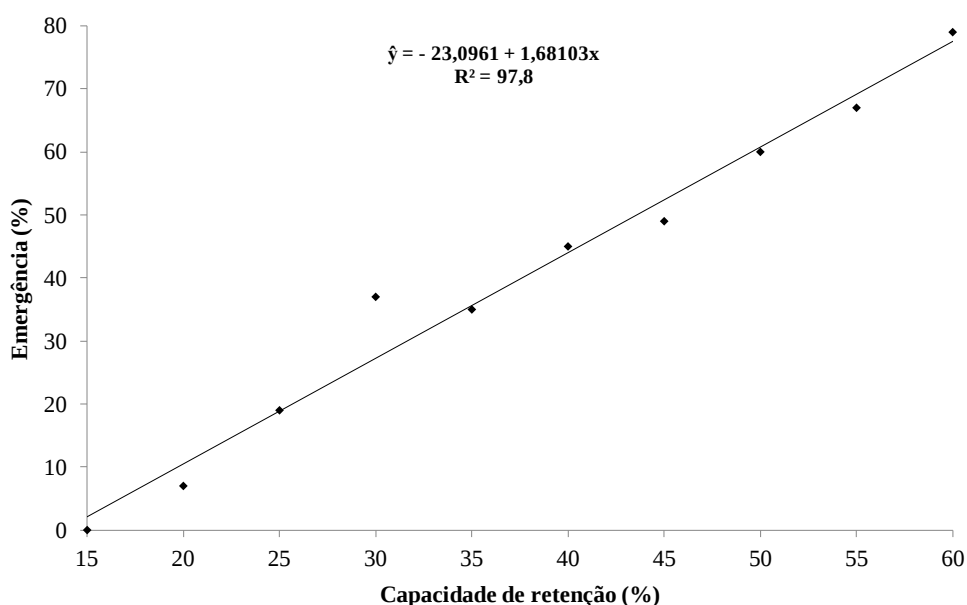


Figura 2.2 Valores médios de emergência em diásporos de *Myracrodruon urundeuva* submetidos a estresse hídrico nas seguintes capacidades de retenção do solo: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%.

Semelhantemente ao encontrado neste trabalho, Virgens et al. (2012), ao estudarem restrição hídrica induzida por PEG com diásporos de *M. urundeuva*, afirmam que no potencial de -0,2 MPa a germinação foi máxima (84%), enquanto no potencial de -0,7 MPa o potencial médio de germinação foi 60% e a partir de -0,9 MPa a germinação foi nula. Os mesmos

autores afirmam que os diásporos desta espécie reduzem a germinação e o vigor com a diminuição dos potenciais osmóticos.

A primeira contagem de emergência (Figura 2.3), avaliada no décimo quinto dia, teve comportamento similar à variável emergência, com emergência de 50% e vigor máximo de 76,99% de plântulas normais na capacidade de 44,72 e 60%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Guedes et al. (2013) com sementes de *Apeiba tibourbou* (pau de jangada) submetidas aos potenciais osmóticos de 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa, com maior vigor na primeira contagem de germinação no tratamento controle (potencial 0,0 MPa). No entanto, os mesmos autores afirmam que nos potenciais mais negativos houve uma drástica redução na germinação, com inibição da germinação no potencial de -0,6 MPa, indicando sensibilidade das sementes ao estresse hídrico.

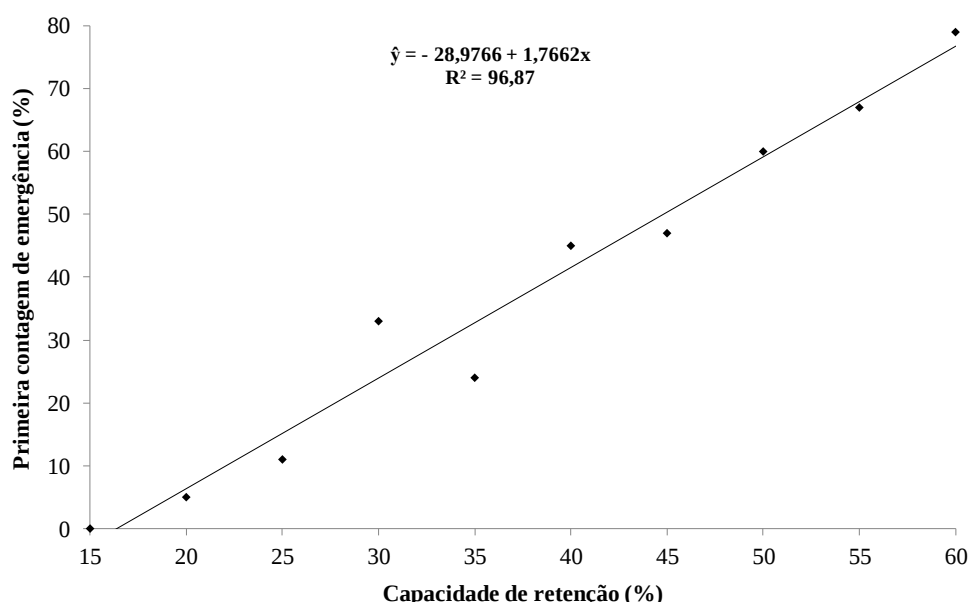


Figura 2.3 Valores médios de primeira contagem de emergência em diásporos de *Myracrodruon urundeuva* submetidos a estresse hídrico nas seguintes capacidades de retenção do solo: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%.

Com relação ao vigor, observado pela variável índice de velocidade de emergência (Figura 2.4), ocorreu aumento significativo com o acréscimo da capacidade de retenção do solo utilizada. Portanto, à redução da disponibilidade de água para os diásporos foi acompanhada pela diminuição da velocidade de emergência com bases nos índices -0,31; 0,08; 0,47; 0,85; 1,24; 1,62; 2,01; 2,40; 2,78 e 3,17, respectivamente com o acréscimo da capacidade de retenção do solo. Peske e Delouche (1985) afirmam que a velocidade com que as sementes germinam após a semeadura é de grande importância para o estabelecimento das

plântulas no campo e o retardamento na germinação pode expor as sementes a condições desfavoráveis do ambiente. No entanto, Bewley e Black (1994) contrapõem que no ambiente natural o aumento de tempo pode atuar na perpetuação da espécie, pelo fato de suas sementes serem distribuídas no tempo e no espaço, desde que mantenham-se viáveis.

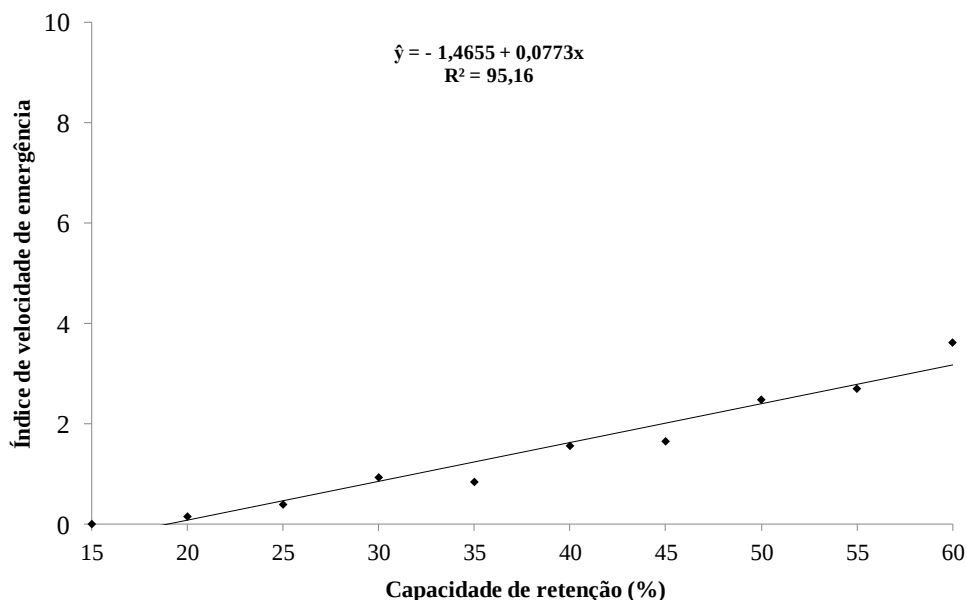


Figura 2.4 Valores médios de índice de velocidade de emergência em diásporos de *Myracrodruon urundeuva* submetidos a estresse hídrico nas seguintes capacidades de retenção do solo: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%.

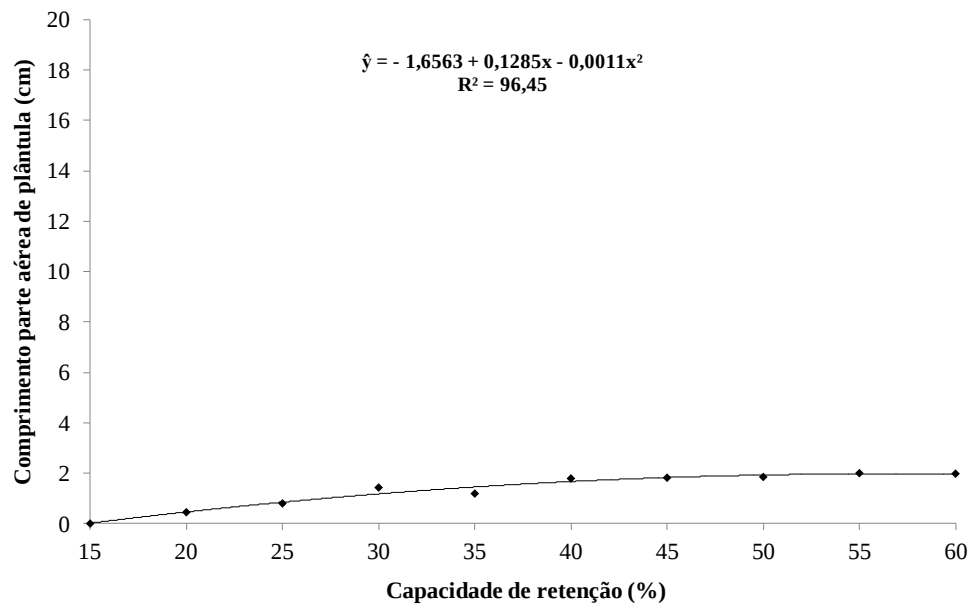
A partir dos resultados do conjunto de variáveis apresentados nas figuras 2.2, 2.3 e 2.4, observa-se que, quanto menor a capacidade de retenção, mais lenta será a emergência das plântulas, verificando-se emergência das mesmas a partir de aproximadamente 15% de capacidade de retenção de água no solo. Essa afirmação confirma os resultados encontrados por Virgens et al. (2012) com estresse hídrico em diásporos de aroeira submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos com soluções de PEG (6000). Segundo esses autores, em condições de deficiência hídrica mais elevada (-0,7 a -0,8 MPa), as diásporos levaram mais tempo para germinar ou evitaram a germinação, como verificado a partir do potencial de -0,9 MPa.

Os dados referentes ao vigor, determinado pelas mensurações de comprimento e massa seca da raiz e parte aérea de plântulas de aroeira ao vigésimo quinto dia de estresse hídrico, encontram-se nas Figuras 2.5 e 2.6.

O comprimento da parte aérea de plântulas de aroeira (Figura 2.5 A) foi influenciado significativamente pelos diferentes regimes hídricos empregados, a mensuração da parte aérea

se adequando ao modelo quadrático conferindo o máximo de vigor na capacidade de 58,41% correspondendo a um comprimento de 2,1 cm de parte aérea por plântula. Enquanto que o comprimento da raiz principal (Figura 2.5 B) se adequou ao modelo linear, com o acréscimo da disponibilidade de água no solo, verificando-se aumento dos valores médios dessa variável até a máxima capacidade utilizada nesse trabalho (60%), demonstrando a exigência hídrica em plântulas de aroeira.

A



B

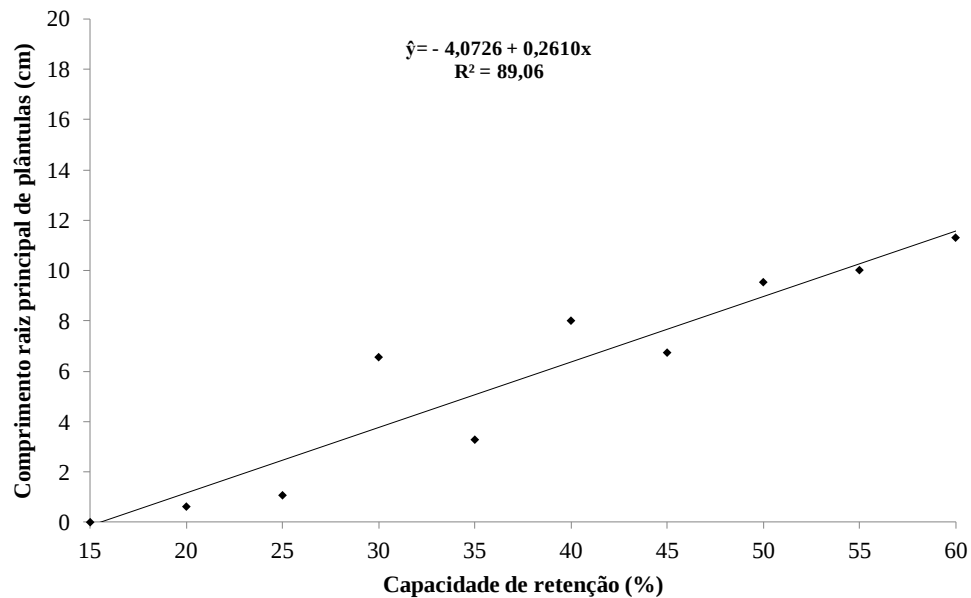


Figura 2.5 Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e raiz principal de plântulas (B) de *Myracrodruon urundeuva* submetidos a estresse hídrico nas seguintes capacidades de retenção do solo: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%.

A mensuração de massa seca da parte aérea (Figura 2.6 A) se adequou ao modelo linear com acúmulo de massa seca com o aumento da capacidade de retenção utilizada, -0,67; 1,50; 3,68; 5,85; 8,03; 10,20; 12,38; 14,56; 16,73; 18,91, respectivamente. Para a massa seca da raiz (Figura 2.6 B) ocorreu ajuste ao modelo de regressão quadrático, com o máximo vigor de 6,73 mg na capacidade de retenção de 51,52%. Resultados semelhantes foram relatados por Lima e Torres (2009), para sementes juazeiro (*Zizyphus joazeiro*) submetidas aos potenciais osmóticos de 0,0; -0,3; -0,6; e -0,9 MPa, obtidos através das soluções de PEG 6000 e NaCl, nos quais as sementes de juazeiro apresentaram redução progressiva do comprimento e a massa seca das plântulas com o decréscimo do potencial.

A exigência hídrica nos períodos iniciais de desenvolvimento em plântulas de aroeira também foi relatada por Figueirôa et al. (2004) pela análise do comprimento e massa seca das plântulas aos 60 dias após a semeadura com o máximo vigor na capacidade de retenção de 75%, quando comparada a capacidades de 25 e 50%.

M. urundeuva configura-se como uma espécie que tem determinado grau de exigência em relação à água nos períodos iniciais de desenvolvimento, visto que os resultados para todas as variáveis com baixa disponibilidade hídrica foram significativamente inferiores aos demais. Essa exigência não impediu a germinação dos diásporos nem a emergência de plântulas normais a partir de 15% da capacidade de retenção no solo, porém verificou-se diminuição da viabilidade e do vigor.

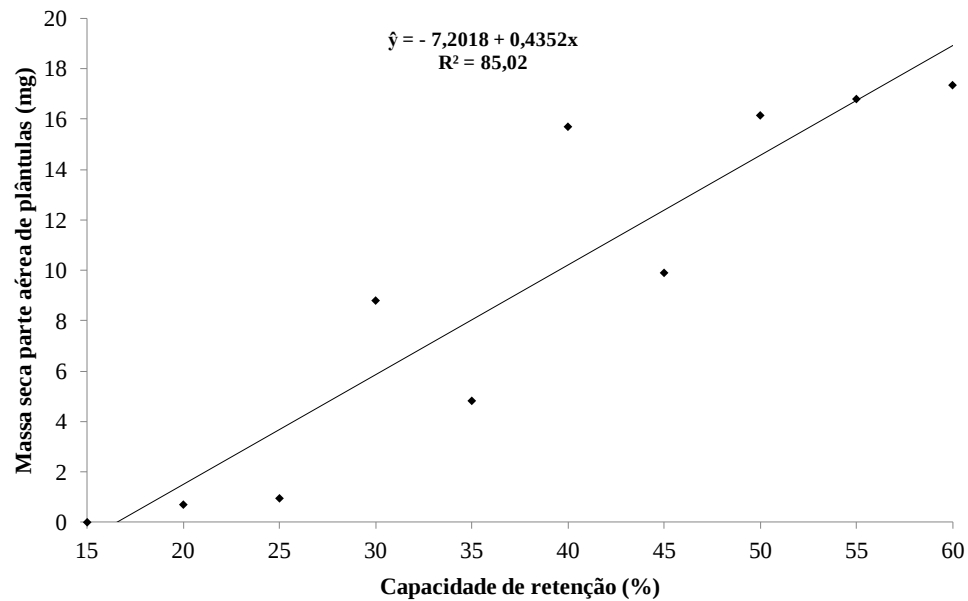
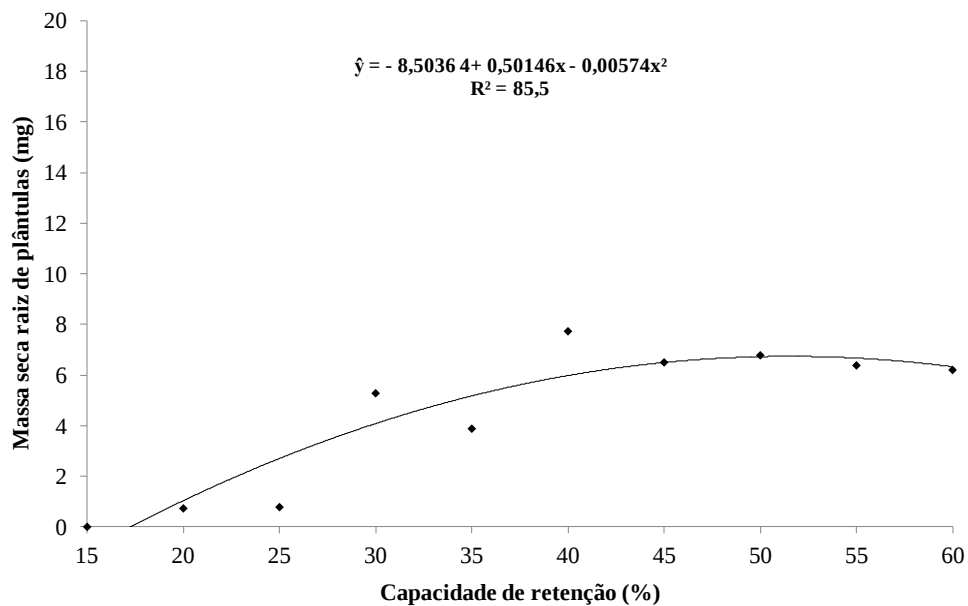
A**B**

Figura 2.6 Valores médios de massa seca parte aérea (A) e raiz de plântulas (B) de *Myracrodruon urundeuva* submetidos a estresse hídrico nas seguintes capacidades de retenção do solo: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%.

O decréscimo ou perda da qualidade dos diásporos de *M. urundeuva* nas menores capacidades de retenção, provavelmente pode ser atribuído ao decréscimo na disponibilidade de água para os diásporos, ocasionando redução na expansão e divisão celular, além da diminuição da atividade enzimática, com consequente efeito na germinação e emergência de plântulas normais, com prejuízo no metabolismo geral das sementes (BEWLEY e BLACK, 1994).

2.4 CONCLUSÃO

- Os diásporos de *Myracrodruon urundeuva* apresentam maior potencial fisiológico na capacidade de retenção do solo próxima a 60%, sendo útil nas análises de laboratório e produção de mudas;
- *M. urundeuva* possui determinado grau de exigência em relação à água nos períodos iniciais de desenvolvimento, confirmada por avaliações fisiológicas e estruturais das plântulas;
- A redução da porcentagem de emergência de plântulas, nos menores regimes hídricos, pode configurar características adaptativas para perpetuação ao longo do tempo em ambiente natural.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. W.; LUZ, J. M. Q.; LACERDA, A. S.; MELO, P. R. A. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Ciências e Agrotecnologia**, v. 24, p. 174- 180. 2000.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2013. 98 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 365 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

FIGUEIRÔA, J. M.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, C. R.; SANTOS, S. R. N. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013.

- LEVITT, J. **Response of plants to enviropmental stress**. II: Water radiation, salt and other stress. New York: Academic Press, 1980. 606 p.
- LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 93-99, 2009.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MEDEIROS, M. L. D.; SANTOS, R. V.; TERTULIANO, S. S. X. Avaliação do estado nutricional de dez espécies arbóreas ocorrentes no semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 31-39, 2008.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-24.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA, E. C. Aspectos ecofisiológicos da tolerância à seca em plantas da caatinga. In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, p. 22-31, 2005.
- PESKE, S. T.; DELOUCHE, J. C. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 69-85, 1985.
- ROSA, L. S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* BAILL (TIMBÓ). **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 306-314, 2005.
- SADRAS, V. O.; MILROY, S. P. Soil-water thresholds for the responses of leaf expansion and gas exchange: A review. **Field Crops Research**, v. 47, p. 253-266, 1996.
- SCALON, S. P. Q.; MOTA, L. H. S.; MUSSURY, R. M. Osmotic conditioning and shading on the germination and on the initial growth of *Myracrodruon urundeuva* Allemão seedlings. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 85, n. 2, p. 799-811, 2013.
- SILVA, B. M. S.; CARVALHO, N. M. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 55-65, 2008.
- SILVA, E. C.; SILVA, M. F. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B. Growth ebaluation and water relatons of *Erytrina velutina* seedlings in response to drought stress. **Brazilian Society of Plant Physiology**, v. 22, n. 4, p. 225-233, 2010.
- TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; DANTAS NETO, J. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 307-311, 2007.
- VIRGENS, I. O.; CASTRO, R. D.; FERNANDEZ, L. G.; PELACANI, C. R. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anarcadiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 681-692, 2012.

CAPÍTULO III

ESTRESSE HÍDRICO NA MORFOANATOMIA DE PLÂNTULAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

ESTRESSE HÍDRICO NA MORFOANATOMIA DE PLÂNTULAS DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

RESUMO

As espécies que compõem o Bioma Caatinga estão sujeitas ao processo de degradação ambiental aliada ao déficit hídrico ocasionado pela seca. Dentre as espécies deste Bioma destaca-se *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., pelas propriedades medicinais e ornamentais. Espécies florestais nativas apresentam poucas informações sobre processos fisiológicos, bioquímicos e modificações anatômicas que ocorrem durante o estresse hídrico e o subsequente crescimento das plântulas. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do estresse hídrico nas características morfoanatômicas de plântulas de *M. urundeuva*. Os diásporos de aroeira foram submetidos às condições hídricas contínuas, semeados em solo umedecido nas seguintes capacidades de retenção: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%. Um segundo experimento foi realizado em condições hídricas temporárias, para tal, os diásporos foram semeados inicialmente na capacidade de retenção do solo a 60%, mantidos até o décimo quinto dia, para em seguida simular o déficit hídrico. Essa simulação foi realizada cessamento das regas até a obtenção das capacidades de 10, 15, 20, 25 e 30% de retenção, sendo duas bandejas mantidas na em 60% retenção de água durante todo o experimento. Após submetidas às condições hídricas contínuas e temporárias, as características morfológicas e anatômicas avaliadas nas plântulas foram: número de folhas, comprimento e largura da folha primária, comprimento, largura e espessura do folíolo central da folha primária; comprimento, largura e espessura do cotilédone; número de estômatos na folha e no cotilédone, comprimento e diâmetro do caule e da raiz. Assim como na qualidade fisiológica, nas capacidades de 10 e 15% de retenção não ocorreu emergência de plântulas de aroeira para o estresse hídrico contínuo. No estresse temporário ocorreu a mortalidade das plântulas submetidas apenas à capacidade de retenção de 10%, demonstrando que plântulas de aroeira com 15 dias, em condições hídricas adequadas (60%), suportam subsequente estresse a baixas capacidades de retenção de água no solo. E ainda os resultados, tanto de folha como dos demais órgãos avaliados, confirmam a plasticidade adaptativa da aroeira a variação das condições hídricas no solo. Os regimes hídricos aplicados, tanto as condições hídricas contínuas como as temporárias afetam o desenvolvimento de plântulas de aroeira. Os melhores tratamentos para a produção de plântulas normais foram entre 50 e 60% da capacidade de retenção para maioria das variáveis avaliadas, com exceção da espessura de folíolo e diâmetro de caule, e diâmetro de raiz no estresse hídrico temporário. Diante dos resultados a capacidade de retenção de 10% não foi tolerada pelas plântulas, mesmo quando mantidas anteriormente em condições hídricas adequadas. A variação das dimensões das folhas e raízes sob estresse hídrico pode representar aspecto de tolerância ao estresse hídrico. A redução da quantidade de estômatos pode ser considerada uma característica adaptativa de plantas de regiões áridas e semiáridas para evitar excesso de perda de água. A dimensão dos cotilédones é mais sensível à variação hídrica nos primeiros quinze dias do desenvolvimento das plântulas de aroeira. O comprimento de caule é uma das variáveis menos afetada pela variação do conteúdo de água no solo.

Palavras-chave: Caatinga, adaptação, aroeira.

WATER STRESS IN SEEDLING OF MORPHOANATOMY *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

ABSTRACT

The species that make up the Caatinga are subject to the process of environmental degradation coupled to water deficit caused by drought. Among the species of this biome stand out *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., the medicinal and ornamental properties. Native species have little information on the physiological, biochemical and anatomical changes that occur during water stress and subsequent seedling growth processes. Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of water stress on morphoanatomical characteristics of seedlings of *M. urundeuva*. Diasporas mastic was subjected to continuous water conditions, sown in moist soil in the following retention capacities: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 and 60%. A second experiment was conducted in temporary water conditions, for such the diasporas were initially seeded in the retention capacity of the soil to 60%, maintained by the fifteenth day, then to simulate water deficit. This simulation stopping of irrigation was performed to obtain the capacities of 10, 15, 20, 25 and 30% retention, with two trays kept in 60% retention of water throughout the experiment. After subjected to continuous and temporary water conditions, the morphological and anatomical characteristics in seedlings were evaluated: number of leaves, length and width of the primary, length, width and thickness of the central leaflet of the primary leaf; length, width and thickness of the cotyledon; number of stomata in the leaf and cotyledon length and diameter of the stem and root. As in physiological conditions in capacities of 10 and 15% retention did not occur seedling emergence mastic for continuous water stress. Temporary stress occurred in the mortality of seedlings subjected only to the capacity retention of 10%, showing that mastic seedlings 15 days under appropriate water conditions (60%), further supporting the low stress retention capabilities soil water. And still the results of both leaf and other organs evaluated, confirm the adaptive plasticity of mastic variation of soil water conditions. The hydric conditions, both continuous water conditions as temporary affect seedling development of mastic. The best treatments for the production of normal seedlings were between 50 and 60% capacity retention for the majority of variables, except the thickness of leaflets, stem diameter, and root diameter in temporary water stress. According to the results of the capacity retention that 10% was not tolerated by the seedlings, even when previously kept in proper water conditions. The variability of leaves and roots under water stress may represent aspects of tolerance to water stress. Reducing the amount of stomata can be considered an adaptive characteristic of plants of arid and semiarid regions to prevent excessive water loss. The size of the cotyledons is more sensitive to water changes the first fifteen days of seedling development mastic. The stem length of the variables is less affected by the variation in water content of the soil.

Keywords: Caatinga, adaptation, aroeira.

3.1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é caracterizada dentre os biomas nacionais como o que apresenta maior número de tipologias, com uma formação de floresta seca composta por vegetação xerófila de porte herbáceo, arbustivo e arbóreo, com ampla variação florística e fisionômica (SANTANA e SOUTO, 2006). Assim como em outros biomas, a Caatinga tem sofrido um grande processo de degradação ambiental, provocada principalmente pelo uso insustentável de seus recursos naturais (BARBOSA et al., 2007). De acordo com Trovão et al. (2004), a devastação neste bioma é ainda mais grave por ser pouco valorizado e por ter sido, por muito tempo, considerado pobre em biodiversidade.

A vegetação da Caatinga está condicionada ao déficit hídrico relacionado à seca, em decorrência da irregularidade das chuvas e associação a outros fatores característicos da região, como altas temperaturas e a alta intensidade luminosa, os quais provocam uma demanda evaporativa elevada e consequentemente a dessecação do solo (TROVÃO et al., 2007).

Dentre as espécies que compõem este bioma *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., caracteriza como uma árvore de copa ampla, com folhas compostas, imparipenadas, possuindo de onze a quinze folíolos (LORENZI e MATOS, 2008); sendo a sua folha e casca do caule indicados para tratamento de processos inflamatórios, dolorosos e ulcerativos (MACEDO e FERREIRA, 2004; ALBUQUERQUE et al., 2007; MARINHO et al., 2007). O fruto desta espécie é pequeno, medindo 3,8 – 4,5 mm de comprimento, 3,5 – 4,8 mm de largura e 2,8 – 3,8 mm de espessura, indeiscente, do tipo drupa globosa, com formato variando de redondo a ovóide, coloração marrom, superfície rugosa e sépalas secas e persistentes formando as alas, possuindo uma semente por fruto com cerca de 8 mg (AZEVEDO et al., 2011).

Trabalhos realizados com sementes de espécies arbóreas da Caatinga submetidas a estresses abióticos enfocam principalmente análises fisiológicas iniciais (BELLO et al., 2008; LIMA e TORRES, 2009). Os estudos relacionados com a resposta germinativa de sementes à condição de estresses artificiais têm importância especial para a ecofisiologia e constituem-se ferramentas que possibilitam a avaliação dos limites de tolerância de sobrevivência e adaptação destas espécies às condições de estresses naturais, como seca, calor e solos salinizados, a semelhança da Caatinga no semiárido nordestino (GUEDES et al., 2013). Neste

sentido as pesquisas ecofisiológicas sobre a reprodução e o crescimento de essências florestais na Caatinga devem ser intensificadas para melhor conhecimento do comportamento das plantas neste ecossistema, pois tais informações servirão também como subsídio para programas de reflorestamento na região Semiárida do Nordeste brasileiro (FIGUEIRÔA et al., 2004).

A disponibilidade de água é de fundamental importância no processo germinativo, podendo provocar atraso no início do processo ou redução no estande final de plântulas (ROSA et al., 2005). Dessa forma, entender as respostas das plantas ao déficit hídrico é imprescindível para quantificar a capacidade de armazenamento de água do solo e analisar a influência de mecanismos de adaptação das plantas à redução da disponibilidade hídrica (LEVITT, 1980). É importante destacar que a quantidade de água armazenada e disponível no solo varia com a textura e as características físicas do mesmo, sendo assim, a planta pode apresentar diferentes respostas em seus mecanismos morfofisiológicos de resistência (KIEHL, 1979).

Dentre os estudos de morfoanatomia vegetal, a caracterização de plântulas tem papel relevante nas pesquisas de fisiologia, pois a fase inicial do desenvolvimento de uma planta é, geralmente, definida como um período crítico do seu ciclo de vida (CRESTANA e BELTRATI, 1988); principalmente daquelas encontradas em regiões semiáridas, por estarem mais sujeitas as intempéries ambientais. Tais estudos também auxiliam na compreensão da fenologia e nos processos de germinação e crescimento das espécies, além de contribuir com a obtenção de mudas e para a taxonômica vegetal. Partido deste ponto, a associação das avaliações anatômicas e morfológicas auxilia na compreensão do processo fisiológico, estrutural e ecológico das plantas (MOURÃO et al., 2002), conhecimento essencial para a disseminação e produção de espécies florestais. Além disso, essas avaliações amparam a interpretação dos testes de laboratório, o reconhecimento das espécies em bancos de sementes do solo em fase de plântulas e demonstram os efeitos que o ambiente e os outros fatores do meio exercem sobre esses indivíduos (NERY et al., 2007).

Carmello-Guerreiro e Paoli (1999) descreveram a estrutura morfológica e anatômica da diásporo de *M. urundeuva*, contribuindo assim com estudos taxonômicos, ecológicos e de manejo e conservação da espécie; Silva et al. (2000) avaliaram a resposta desta mesma espécie a doses crescentes de NaCl, utilizando as variáveis diâmetro do colo e matéria seca da raiz, caule e folhas; Feliciano et al. (2008) descreveram caracteres morfológicos internos e externos de sementes, plântulas e mudas de *M. urundeuva*.

O efeito da disponibilidade hídrica foi avaliada por Figueirôa et al. (2004) por meio do crescimento de plantas jovens de *M. urundeuva* sob diferentes regimes hídricos. Outro estudo foi feito por Virgens et al. (2012), os quais verificaram o comportamento germinativo de diásporos da mesma espécie sob diferentes temperaturas e potenciais hídricos fazendo uso de soluções de PEG (6000), a combinação destes e a viabilidade das diásporos após condicionamento osmótico. Scaloni et al. (2013) também estudaram o condicionamento osmótico (PEG e KNO³) e sombreamento durante a germinação e no crescimento inicial de mudas de *M. urundeuva*. Tsukamoto Filho et al. (2013) observaram a influência do regime de regas e da cobertura do substrato no crescimento inicial e qualidade de mudas desta mesma espécie.

As espécies vegetais do bioma Caatinga são pouco conhecidas pela população em geral, em relação a métodos adequados de exploração e preservação, assim como por acadêmicos e cientistas sem experiência com a Caatinga, dificultando a realização de pesquisas, principalmente na fase de coleta e identificação (AZEVEDO et al., 2011). Embora encontrem estudos a respeito da germinação de sementes para algumas espécies florestais nativas, observa-se que são poucas as informações disponíveis quando se trata dos processos fisiológicos, bioquímicos e modificações anatômicas que ocorrem durante este período, e o subsequente crescimento das plântulas. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do estresse hídrico nas características morfoanatômicas de plântulas *M. urundeuva*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Assim como na qualidade fisiológica (Capítulo 2), os diásporos provindos do indivíduo de *M. urundeuva* mais vigoroso (Capítulo 1) foram submetidos às condições hídricas contínuas, para isso foram semeados em bandejas plásticas individualizadas para cada repetição, com o substrato (solo) umedecido de acordo com as seguintes capacidades de retenção: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60%. As bandejas foram mantidas em ambiente protegido, com regas diárias (três vezes) e manutenção das capacidades de retenção através de pesagens. Este primeiro experimento foi realizado em condições hídricas contínuas, logo que as capacidades de retenção foram mantidas durante os vinte e cinco dias.

Um segundo experimento foi realizado, para comprovar as características morfoanatômicas em plântulas de aroeira submetidas ao estresse hídrico. Neste caso as condições hídricas foram temporárias, já que os diásporos foram semeados em doze bandejas

inicialmente na capacidade de retenção do solo a 60%, as quais foram mantidas até o décimo quinto dia, para em seguida simular o déficit hídrico. Essa simulação foi realizada sem rega do solo até a obtenção das capacidades de 10, 15, 20, 25 e 30% de retenção, sendo duas bandejas mantidas nas condições ideais de retenção de água (60%) durante todo o experimento. A manutenção do estresse hídrico foi do décimo quinto ao vigésimo quinto dia.

As plântulas normais de *M. urundeuva* oriundas dos tratamentos de estresse hídrico foram avaliadas aos 25 dias, sendo amostradas como representativas de cada tratamento plântulas normais que apresentaram as estruturas essenciais desenvolvidas: raiz primária, raízes seminais e a parte aérea constituída de hipocótilo, epicótilo, gemas terminais e cotilédones (BRASIL, 2009).

Depois de submetidas às condições hídricas contínuas e temporárias, as características morfológicas e anatômicas avaliadas nas plântulas foram: número de folhas, comprimento e largura da folha primária, comprimento, largura e espessura do folíolo central da folha primária; comprimento, largura e espessura do cotilédone; número de estômatos na folha e no cotilédone, comprimento e diâmetro do caule, comprimento da raiz e diâmetro do cilindro central da raiz.

No tocante ao estudo morfológico, as descrições foram realizadas com auxílio de estereomicroscópio binocular e câmera fotográfica digital. Também foram realizadas medições dos órgãos com paquímetro digital e régua graduada em centímetros. As medidas de largura, espessura e diâmetro foram realizadas sempre na região mediana do órgão (Figura 3.1), na raiz a 2 mm abaixo da zona de transição. As medidas de comprimento foram particulares para cada órgão: a primeira folha e o folíolo central foram medidos da base do pecíolo até o ápice; o cotilédone, da base até o ápice; o caule, do colo até a inserção dos cotilédones; e a raiz, do ápice até o colo (AZEVEDO et al., 2011).

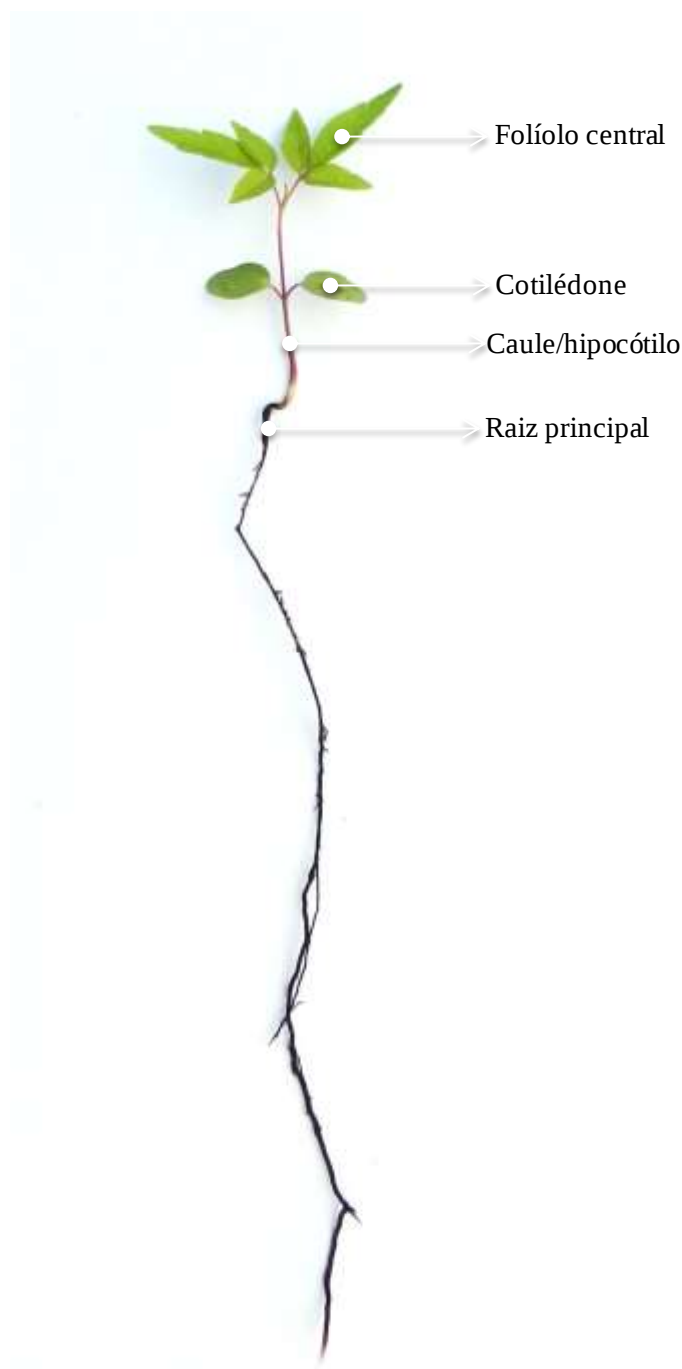


Figura 3.1 Localização das secções e das medições em cada órgão da plântula de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

Para a caracterização anatômica, as plântulas amostradas foram fixadas em FAA 70 (5% de formaldeído, 5% de ácido acético e 90% de etanol a 70%), posteriormente incluídas em parafina (JOHANSEN, 1940) e seccionadas em micrótomo de rotação (Leica[®]) com 5 µm de espessura. Foram obtidas seções histológicas transversais da região mediana do cotilédone, do folíolo central, do hipocótilo e da raiz, sendo coradas com safrabrau 9:1 (azul de alciano 1% + safranina 1%), em solução aquosa, e montadas de forma permanente utilizando-se resina

sintética “Entellan[®]” (KRAUS e ARDUIN, 1997, modificado). Para a visualização e contagem dos estômatos, foram realizados cortes paradérmicos em ambas as faces do folíolo central e cotilédone. Para isto o material seccionado manualmente com lâmina de aço e clarificado em hipoclorito de sódio a 1%. Utilizou-se como corante azul de metileno a 10% e o material foi montado em lâminas semipermanentes com glicerina.

As lâminas foram analisadas em microscópio óptico e realizado o registro fotográfico em microscópio Olympus BX-60 e câmera Zeiss AxioCam acoplada com programa de captura de imagens digitais Ks-400. As contagens dos estômatos foram feitas em secções paradérmicas da face abaxial do folíolo e cotilédone, mensurou-se o número de estômatos em 200 μm^2 .

Os dados foram submetidos à análise estatística para as avaliações dos efeitos do estresse na morfoanatomia das plântulas de *M. urundeuva*, as variáveis foram analisadas em delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se a análise de regressão polinomial para as capacidades de retenção do solo.

3.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

As características morfoanatômicas de folhas das plântulas emersas no vigésimo quinto dia de *M. urundeuva* submetidas aos estresses hídricos estão descritas nas Figuras 3.2 a 3.6. De forma geral, as condições hídricas contínuas e temporárias afetaram significativamente todas as características avaliadas. Assim como na qualidade fisiológica, nas capacidades de 10 e 15% de retenção não ocorreu emergência de plântulas de aroeira para o estresse hídrico contínuo. Na avaliação do estresse temporário ocorreu a mortalidade das plântulas submetidas apenas à capacidade de retenção de 10%, demonstrando que plântulas de aroeira com 15 dias, em condições hídricas adequadas (60%), suportam subsequente estresse a baixas capacidades de retenção de água no solo. E ainda os resultados, tanto de folha como dos demais órgãos avaliados, confirmam a plasticidade adaptativa da aroeira a variação das condições hídricas no solo.

Para a variável, número de folhas (Figura 3.2), constatou-se o que o estresse hídrico contínuo se adequou ao modelo quadrático com o número máximo de 2,41 folhas por plântula avaliadas na capacidade de retenção de 52,42%. No estresse temporário o ajuste ocorreu de forma linear, ou seja, com aumento do conteúdo de água no solo ocorreu aumento do número de folhas. A quantificação do número de folhas é importante no estudo morfoanatômico, por

ser este um órgão inteiramente ligado ao desenvolvimento da planta, visto que é onde ocorre à fotossíntese, além de ser centro de reservas, fonte de auxina e cofatores de enraizamento (PEREIRA et al., 1991; HARTMANN et al., 1997).

Redução do número de folhas para nas menores capacidades de retenção de água no solo pode ser considerado aspecto de tolerância, sendo este o órgão onde ocorre grande saída de água para atmosfera no processo da fotossíntese. Redução nesta variável foi relatada por Cabral et al. (2004) em plantas jovens de *Tabebuia áurea* (craibeira) até 120 dias de idade, estes menores valores foram observados na capacidade de 25% quando comparadas com as de 50 e 100%.

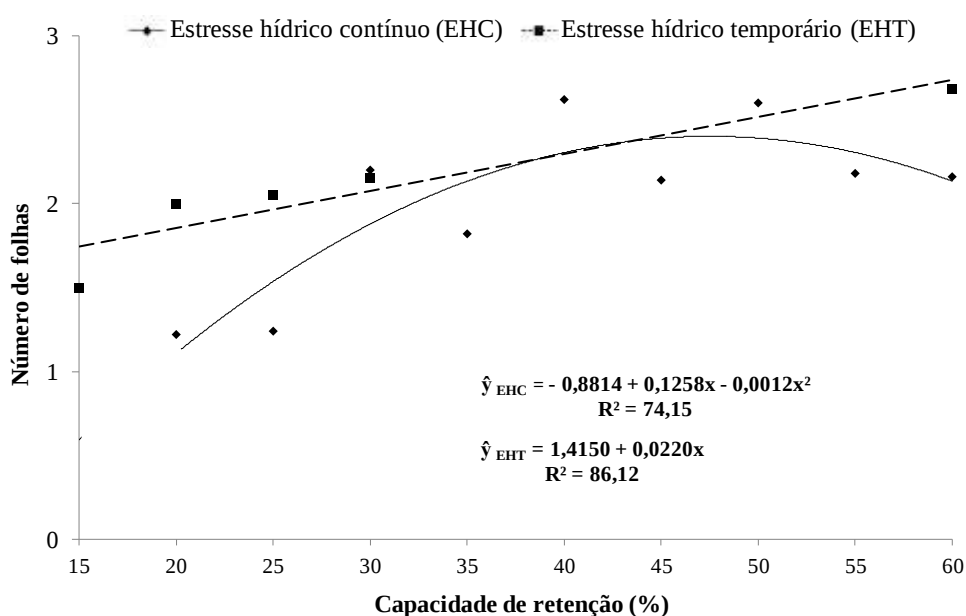


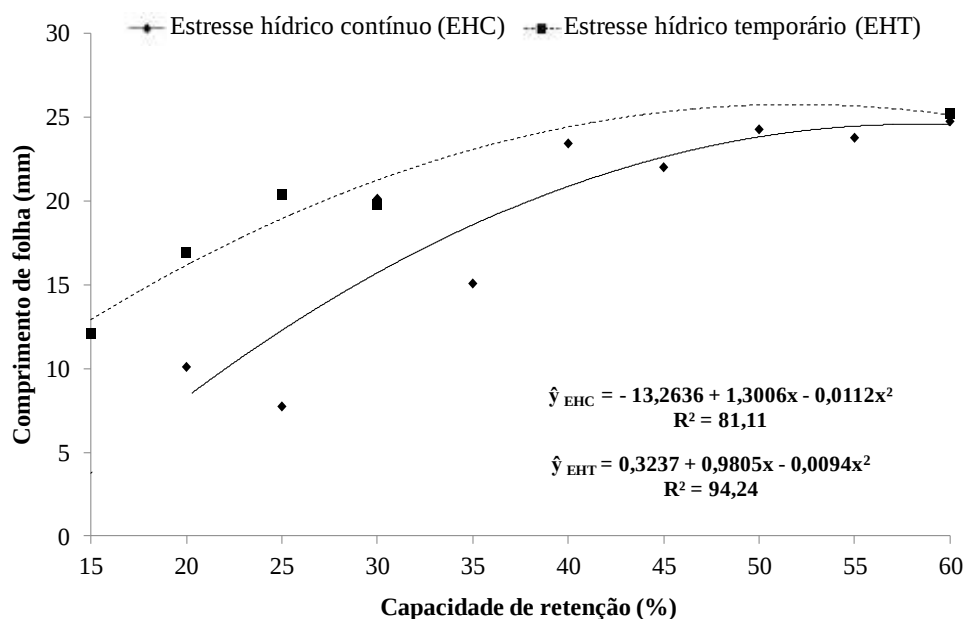
Figura 3.2 Valores médios de número de folhas em plântulas de *Myracrodruon urundeuva* submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.

Semelhantemente ao número de folha, as dimensões das mesmas foram menores nas baixas capacidades de retenção de água no solo. Na mensuração de comprimento de folha para o estresse hídrico contínuo e temporário, observaram-se os maiores valores de 24,49 e 25,89 mm nas capacidades de 58,06 e 52,15%, respectivamente (Figura 3.3 A). A avaliação da largura de folha, figura 3.3 B, as capacidades de 55,85 e 52,49% proporcionaram as mensurações máximas de 19,06 e 17,07 mm, respectivamente para o estresse contínuo e temporário.

As mensurações máxima de comprimento e largura de folha das plântulas de aroeira são semelhantes as informada por Feliciano et al. (2008), na descrição morfológica de

plântulas da referida espécie, as quais apresentavam 23 a 37 mm de comprimento com largura variando de 10 a 20 mm. A exigência hídrica pelos órgãos da parte aérea, neste caso folha, é relatado por Figueirôa et al. (2004) para mudas de aroeira submetidas as capacidade de retenção de 25, 50 e 75%, nas quais ocorre acréscimo da área e do número de folhas com aumento da disponibilidade hídrica, não havendo diferença nas capacidades de 50 e 75% aos 30 dias de avaliação.

A



B

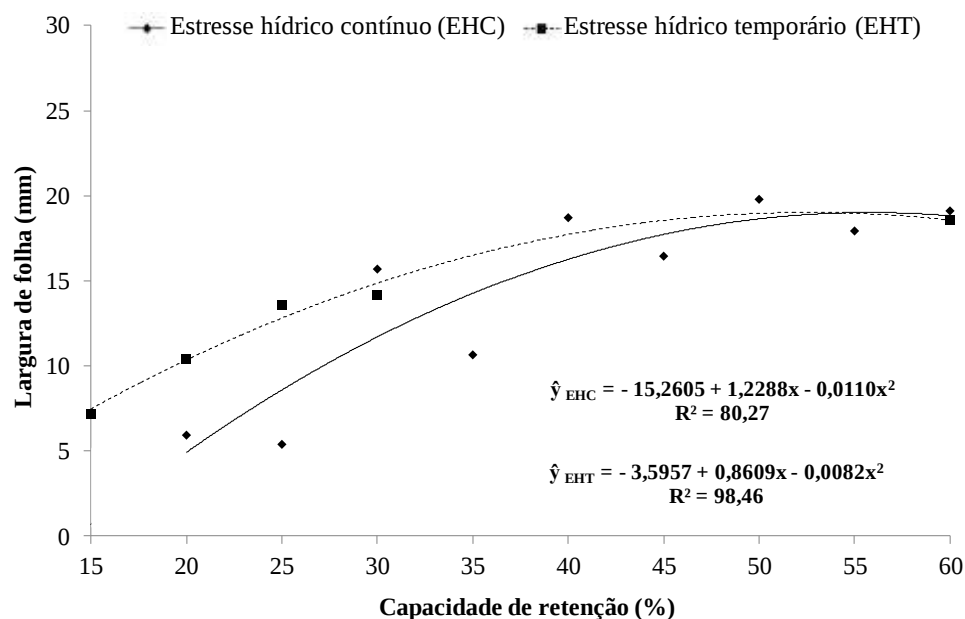


Figura 3.3 Valores médios de comprimento de folha (A) e largura de folha (B) em plântulas de *Myracrodruon urundeuva* submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.

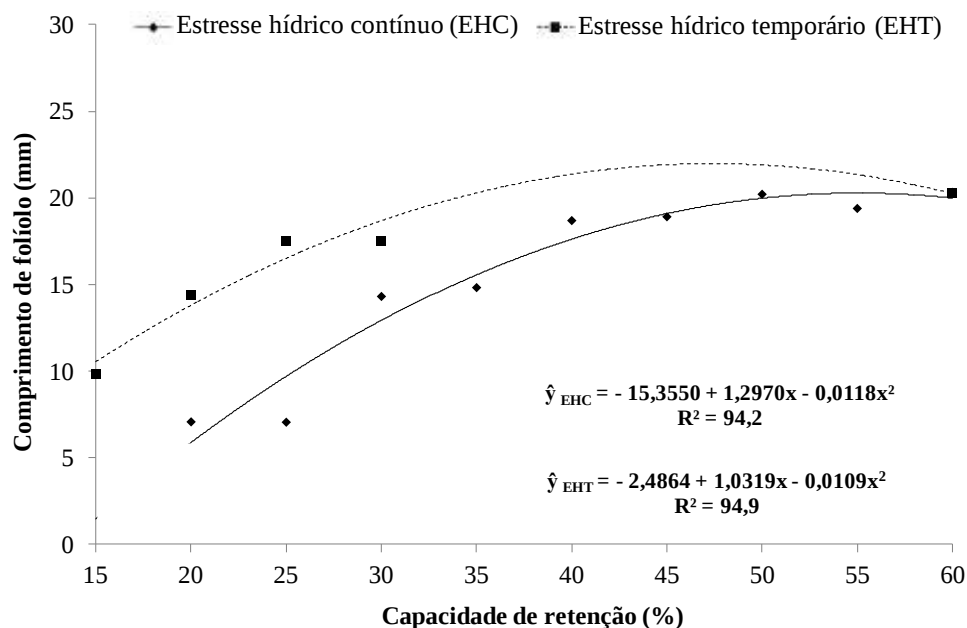
Na figura 3.4 A, temos os dados referentes ao comprimento de folíolo. Os diferentes níveis de umedecimento do substrato influenciaram nas mensurações do folíolo central da primeira folha, que se adequaram ao modelo quadrático. Ocorreu aumento do folíolo à medida que se elevou a quantidade de água disponível no solo, até o máximo de 20,48 e 21,94 mm de comprimento nas capacidades de 54,96 e 47,34%, respectivamente para o estresse hídrico contínuo e temporário.

A mensuração máxima da largura de folíolo (Figura 3.4 B) foi de 6,23 mm na capacidade de 52,79% em condições hídricas contínuas, enquanto a o estresse hídrico temporário a máxima largura foi de 6,58 mm na capacidade de retenção de 50,66%. Em condições normais, de acordo com Feliciano et al. (2008), a aroeira possui folíolo terminal maior, com 18 a 27 mm de comprimento por 6 a 9 mm de largura, estando esses valores semelhantes aos encontrados na capacidade de retenção ótima nesse estudo.

Observa-se que a diminuição da área foliar é uma característica em plântulas de *M. urundeuva* submetidas a baixas condições hídricas (Figura 3.3 e 3.4). Ressalta-se ainda nas plântulas do estresse temporário, mantidas em condições adequadas de suprimento de água (60%) durante quinze dias e seguido do estresse hídrico, comportamento semelhante às condições hídricas contínuas.

Para as avaliações realizadas na folha de *M. urundeuva*, até o momento, observa-se que a diminuição da água disponível no solo teve efeito acentuado na área fotossintetizante. O aumento do número de folha e tamanho da mesma, nas condições de boa disponibilidade de água deve-se, segundo Figueirôa et al. (2004), a umidade do ambiente é que determina a área foliar de uma planta, sendo maior em ambientes úmidos e menor em ambientes áridos. Essa característica é importante defesa contra a perda excessiva de água, e a diminuição da área foliar está entre as várias características xeromórficas que são identificadas em vegetais sob déficit hídrico (VILLAGRA e CAVAGNARO, 2006).

A



B

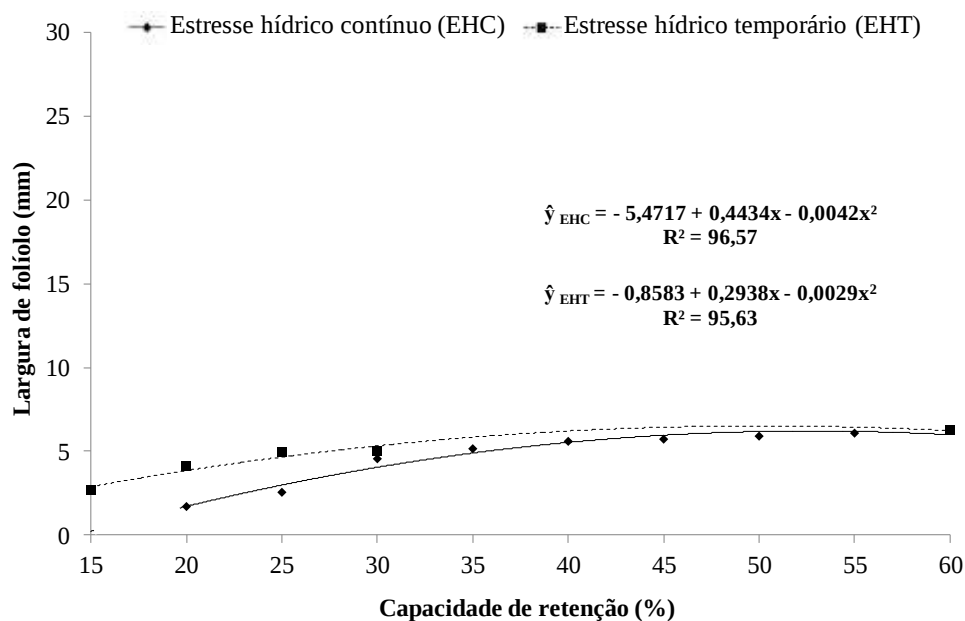


Figura 3.4 Valores médios de comprimento de folíolo (A) e largura de folíolo (B) em plântulas de *Myracrodruon urundeuva* submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.

Variação no conteúdo de água no solo acarretou mudanças na espessura de folíolo e cotilédone, sendo mais pronunciada em folha, na qual se observa, além da redução da espessura o agrupamento diferenciado nas camadas de parênquima paliçádico e esponjoso quando compara-se as capacidades maiores de retenção com as menores (Figura 3.5).

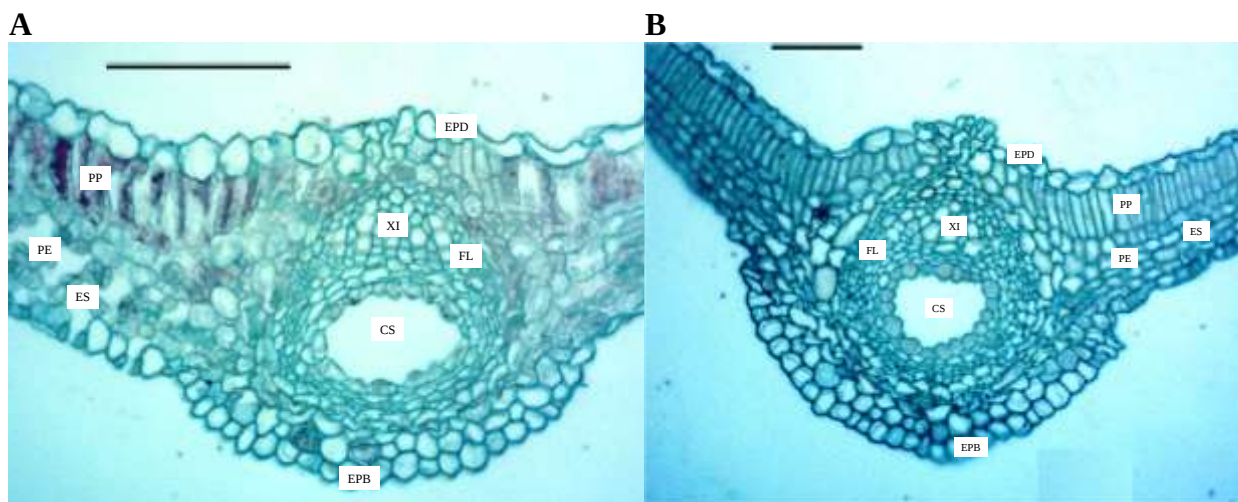


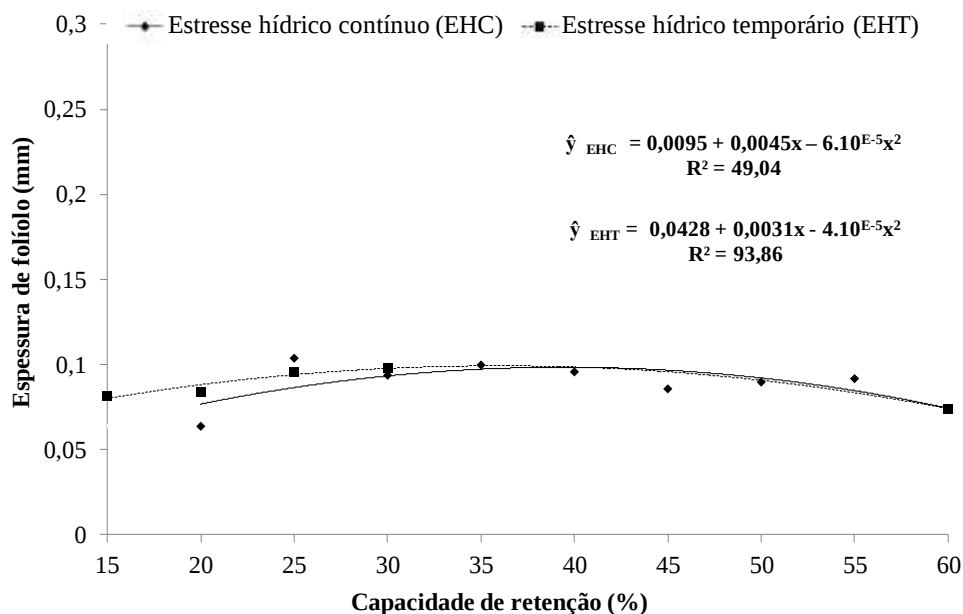
Figura 3.5 Secções transversais em folíolos de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* provenientes das capacidades de retenção 50% (A) e 20% (B) em objetiva de 10 e 5 vezes, respectivamente. EPD - epiderme face adaxial, PP - parênquima paliádico, PE - parênquima esponjoso, ES - estômato, XI - xilema, FL - floema, CS - Canal secretor e EPB - epiderme face abaxial (escala – 200 μ m).

A espessura de folíolo de plântulas de aroeira submetidas ao estresse hídrico contínuo e temporário (Figura 3.6 A) adequou-se ao modelo quadrático nas faixas de retenção de água no solo utilizadas, com a máxima espessura 0,09 e 0,1 mm nas capacidades de 37,50% e 38,75%, respectivamente. No estresse contínuo, mesmo sendo significativo estatisticamente, ocorreu baixo ajuste ao modelo utilizado, no entanto a validade deste resultado é confirmada pelo resultado do estresse temporário e seu alto ajuste matemático ao modelo de regressão.

A diminuição da espessura foliar e cotilédonar, segundo Taiz e Zeiger (2013), é uma resposta precoce ao déficit hídrico, segundo os mesmos autores a medida que decresce o conteúdo de água para a planta, suas células contraem-se e reduz a pressão de turgidez contra as paredes celulares, com a diminuição da turgidez a expansão foliar e o alongamento das raízes são mais sensíveis ao estresse hídrico.

Na figura 3.6 B, observa-se a espessura do cotilédone, com ajuste linear no estresse hídrico contínuo, mesmo sendo baixo; enquanto que no contínuo não ocorreu ajuste aos modelos de regressão polinomial. Salienta-se a persistência dos cotilédones até os 25 dias de idade, em todas as condições hídricas utilizadas. Taiz e Zeiger (2013) ressaltam que a remoção ou diminuição dos cotilédones pode causar redução de biomassa, afetando o crescimento e desenvolvimento da plântula e consequentemente da planta adulta.

A



B

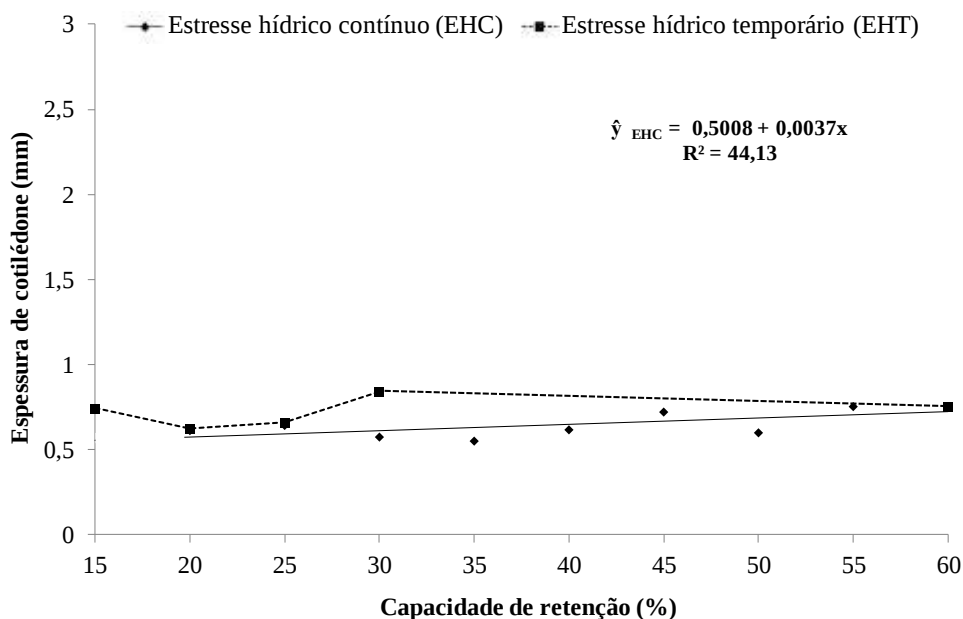


Figura 3.6 Valores médios de espessura de folha (A) e de cotilédone (B) em plântulas de *Myracrodruon urundeuva* submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.

Verificou-se em vista frontal de folíolo e cotilédones de *M. urundeuva* possuem células epidérmicas com contorno ondulado e estômatos anomocíticos em ambas as faces, embora sejam pouco frequentes na superfície adaxial e por isso avaliado apenas na face abaxial (Figura 3.7). Estas características também foram relatadas por Duarte et al. (2009),

quando compararam a anatomia foliar de duas espécies vulgarmente denominadas aroeira, *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Schinus terebinthifolius* Raddi.

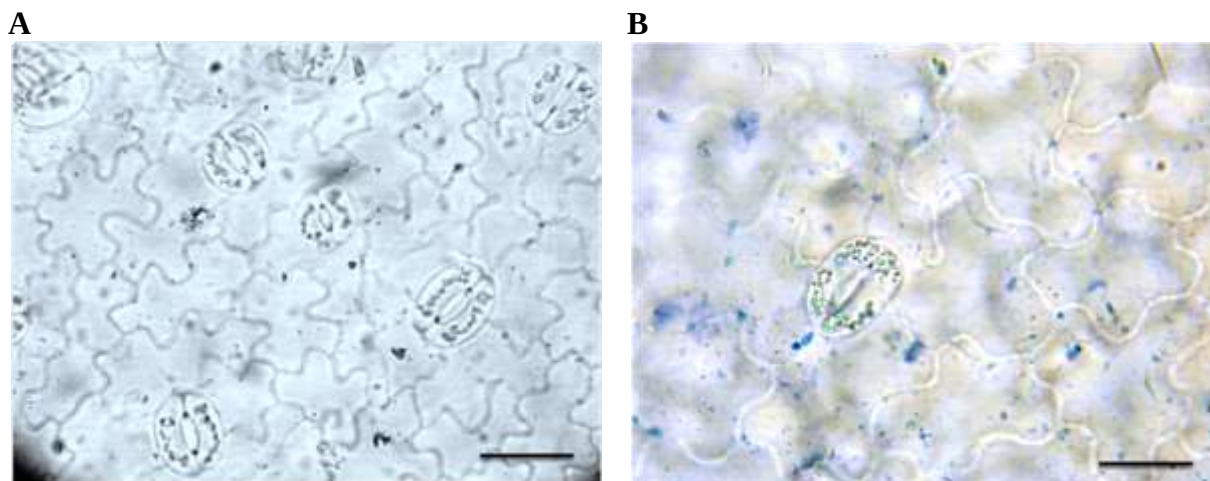
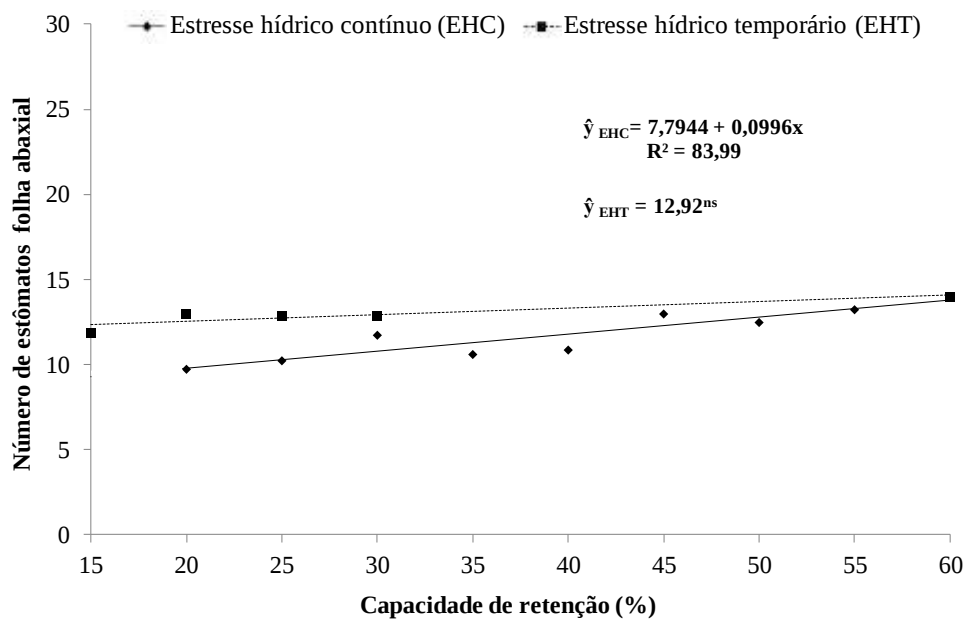


Figura 3.7 Secções paradérmicas em face abaxial de folíolos (A), cotilédone (B) de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* (escala – 5 μm).

Na avaliação do número de estômatos em folíolo e cotilédone durante as condições hídricas avaliadas (Figura 3.8), observa-se que nas menores capacidades de retenção o número de estômato é reduzido, não diferindo estatisticamente nas capacidades temporárias na folha (Figura 3.8 A, Tabela 3.1). Essa diminuição da quantidade de estômatos pode ser considerada uma característica adaptativa de plantas de regiões áridas e semiáridas para evitar excesso de perda de água. Este fato provavelmente é aliado ao fechamento dos estômatos relatados por Taiz e Zeiger (2013) pela ação do ácido abscísico - ABA, segundo os mesmos autores esse ácido pode aumentar até 50 vezes nas folhas quando a planta está em condição de estresse hídrico.

Azevedo (2012) avaliando foliólulos de catingueira (*Poincianella pyramidalis*) a diferentes temperaturas e regimes hídricos não constatou diferença na densidade de estômatos nos tratamentos avaliados. Embora a mesma autora ressalte que o número de estômatos tenha sido mais elevado na capacidade de retenção de 20% (25 estômatos/50 μm^2) em comparação com 30, 40, 50 e 60% (20, 19, 20 e 21 estômatos/50 μm^2 , respectivamente). Afirma ainda que a manutenção do número de estômatos característico da espécie, sob diferentes condições de temperatura e disponibilidade hídrica representa uma adaptação às condições do semiárido.

A



B

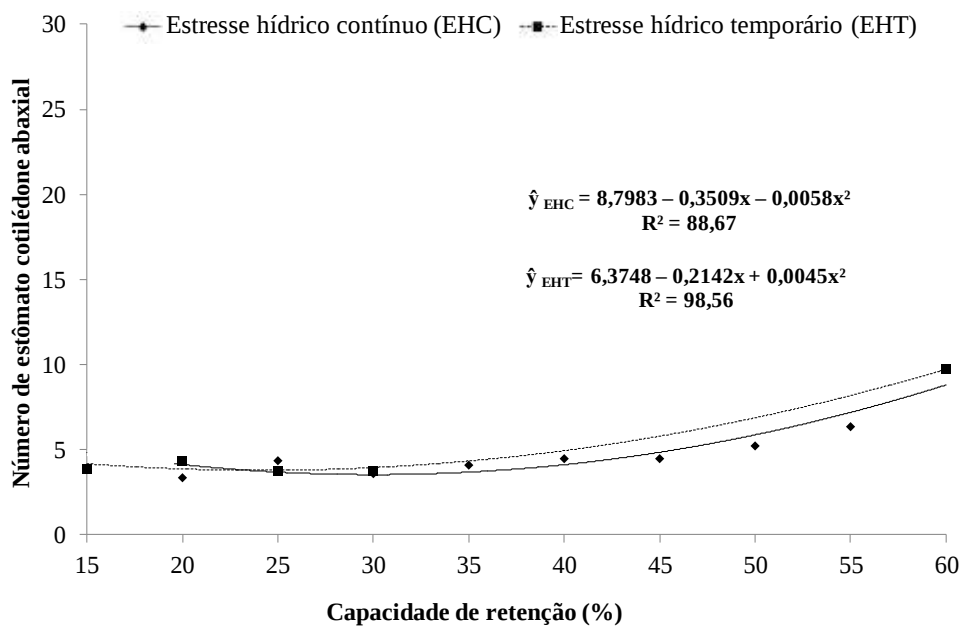
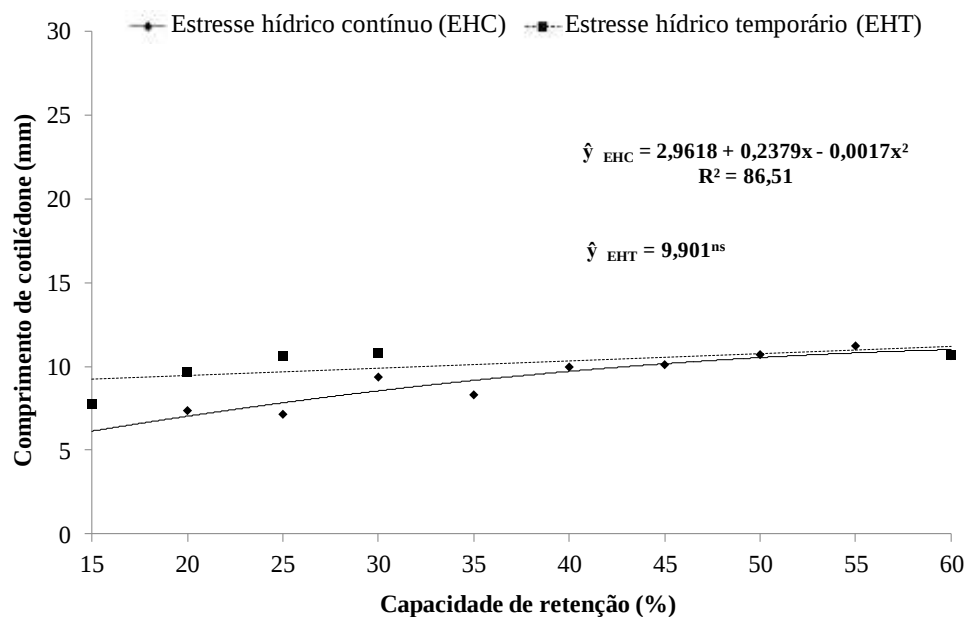


Figura 3.8 Valores médios de número de estômatos na folha (A) e no cotilédone (B) em plântulas de *Myracrodruon urundeuva* submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.

As dimensões do órgão de reserva (cotilédone) durante o estresse hídrico em condições contínuas teve comportamento semelhante tanto no comprimento quanto na largura (Figuras 3.9 A e B), sendo as maiores mensurações verificadas nas capacidades de 69,97 e 67,27% correspondendo a 11,28 e 6,65 mm, respectivamente. Vale salientar que a persistência dos cotilédones, até o vigésimo quinto dia após a semeadura, mesmo em condições hídricas

inadequadas pode ser vinculada a uma característica de adaptação. Lima (1994) registrou para plântulas de *M. urundeuva* persistência dos cotilédones por 60 dias, em condições hídricas regulares. Os cotilédones são importantes fontes de energia e responsáveis pelo crescimento inicial e sua remoção pode causar a redução de biomassa na planta jovem (CABRAL et al., 2004).

A



B

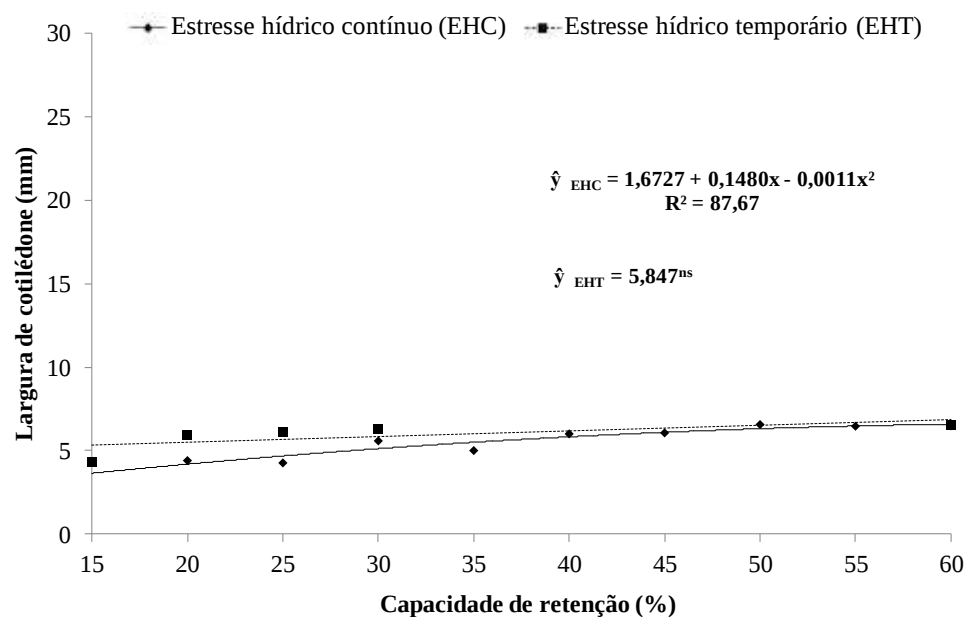


Figura 3.9 Valores médios de comprimento de cotilédono (A) e largura de cotilédono (B) em plântulas de *Myracrodruon urundeuva* submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.

Para o comprimento e a largura de cotilédone em condição hídrica temporária não ocorreu diferença estatística (Figura 3.9 A e B, Tabela 3.1), provavelmente, pelo fato que os quinze dias iniciais na capacidade de campo ideal (60%) é o período que ocorre maior suscetibilidade ao déficit hídrico e ainda são do tipo foliáceo inicialmente realizam a função de reserva, necessitando de água para a translocação destas. Silva (2011) avaliando o comprimento de cotilédone em plântulas de catingueira (*Poincianella pyramidalis*) submetidas a estresses hídricos nas capacidades de retenção 10, 20, 30, 40, 50 e 60%, verificou que não ocorreu diferença estatística nessa mensuração. Segundo o autor esse comportamento do comprimento de cotilédone na capacidade de retenção de 10% em relação às demais, provavelmente por não ter utilizado suas substâncias de reserva para o desenvolvimento dos tecidos do caule e área foliar.

O comprimento do caule (hipocótilo), não ocorreu diferença estatística, tanto nas condições hídricas temporárias e contínuas (Tabela 3.1). Sendo assim, plântulas de aroeira, com 25 dias após a semeadura, apresentam tolerância ao estresse hídrico pela variável comprimento de caule. Resultados distintos foram encontrados por Figueirôa et al. (2004) ao trabalhar com plantas jovens de *M. urundeuva*, submetidas a diferentes tratamentos hídricos. Esses autores verificaram reduções na altura das plantas estressadas no tratamento com 25% da capacidade de campo, aos 30 dias, assim como em 50% da capacidade de campo avaliadas aos 60 dias.

Tabela 3.1 Valores médios de comprimento de cotilédone (CCT), largura de cotilédone (LCT), comprimento de caule (CCA) e número de estômato em folha face abaxial (NEFAB) em plântulas de *Myracrodruon urundeuva* submetidas às condições hídricas, contínua e temporária (EHC e EHT, respectivamente), nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.

CR (%)	CCT _{EHT} (mm)	LCT _{EHT} (mm)	CCA _{EHT} (cm)	CCA _{EHC} (cm)	NEFAB _{EHT}
15	7,77 a	4,34 a	1,31 a	-	11,88 a
20	9,68 a	5,95 a	1,80 a	1,80 a	13,00 a
25	10,60 a	6,12 a	1,85 a	1,98 a	12,88 a
30	10,78 a	6,28 a	1,97 a	1,78 a	12,88 a
35	-	-	-	1,90 a	-
40	-	-	-	1,92 a	-
45	-	-	-	1,94 a	-
50	-	-	-	1,98 a	-
55	-	-	-	2,00 a	-
60	10,68 a	6,55 a	1,98 a	1,94 a	14,00 a
CV (%)	24,06	22,74	22,53	7,66	9,17

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o comprimento de raiz principal (Figura 3.10), se adequou ao modelo linear, tendo acréscimo do comprimento como a maior disponibilidade hídrica tanto em condições hídrica contínua como na temporária. Em plântulas de *Poincianella pyramidalis*, Silva (2011), observou diminuição do comprimento da raiz na menor capacidade de campo (10%, 80,22 mm) em relação ao maior comprimento observado na capacidade de retenção de 40%. O mesmo autor afirma que, provavelmente, esse resultado seja ocorrido pela redução no conteúdo de água no solo causando significativa variação na distribuição e no desenvolvimento radicular.

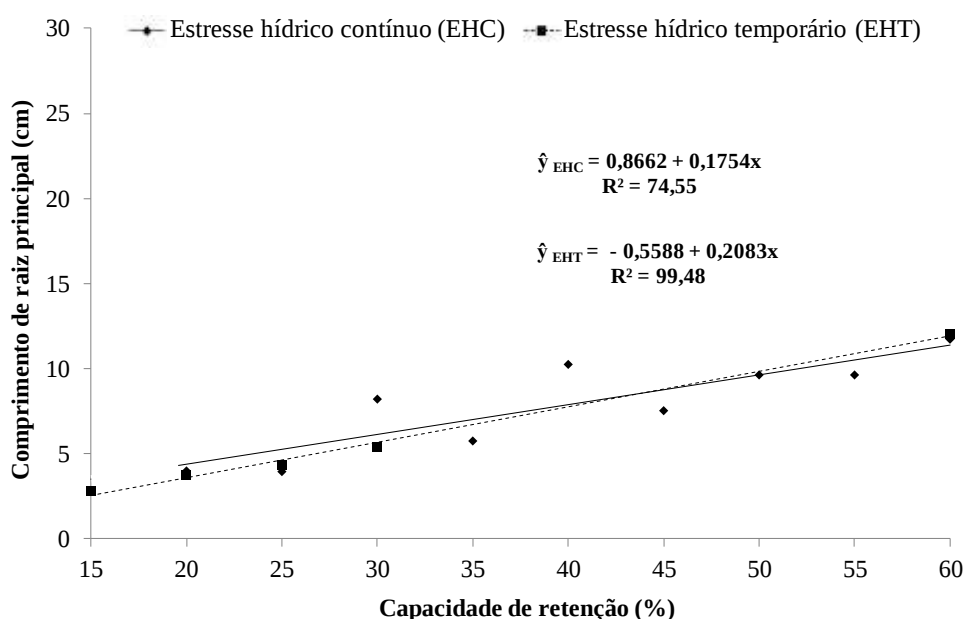


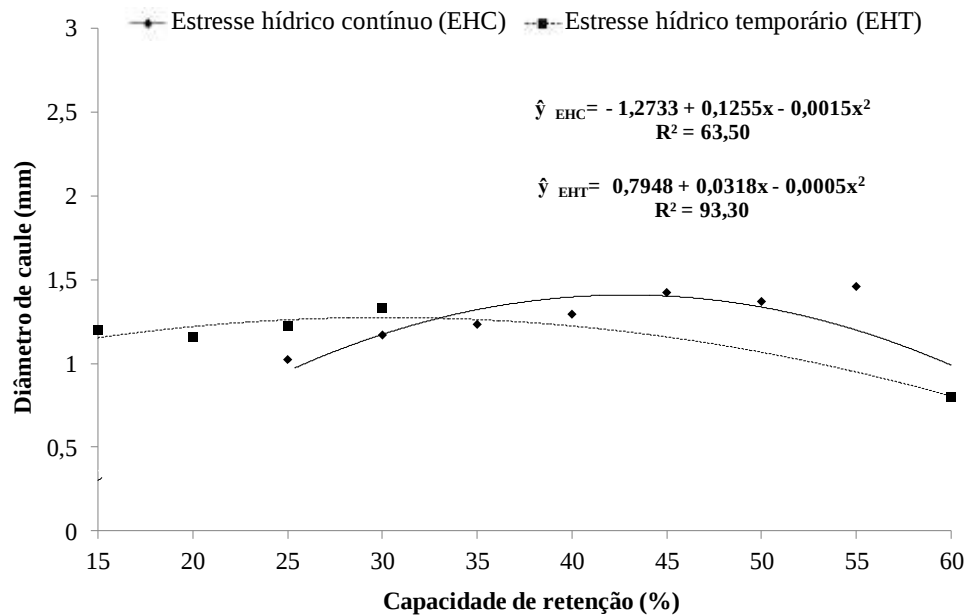
Figura 3.10 Valores médios de comprimento de raiz principal em plântulas de *Myracrodruon urundeuva* submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.

A mensuração de diâmetros de caule e de raiz (Figura 3.11), foram afetados pela variação do conteúdo de água no solo. Porém no estresse hídrico contínuo ocorreu baixa adequação ao modelo de regressão aplicado para ambas variáveis.

O diâmetro máximo de caule (Figura 3.11 A) ocorreu na capacidade de retenção de 41,83% correspondendo a 1,35 mm, no estresse hídrico contínuo, e na capacidade de 31,80% em condições hídricas temporárias com 1,29 mm. Em relação às mensurações máximas do diâmetro de raiz (Figura 3.11 B) foram obtidas nas maiores capacidades de retenção para o estresse hídrico contínuo, enquanto nas condições hídricas temporárias ocorreu na capacidade de 35,20% com diâmetro de 0,79 mm. O desenvolvimento lento nas menores capacidades de

retenção é devido provavelmente a dois fatores: a água, além de ser necessária ao crescimento celular, é um elemento essencial para a manutenção da turgescência e; além disso, à medida que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade desta no solo. Entretanto, quanto maior a demanda evaporativa da atmosfera, mais elevada será a necessidade de fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera (SANTOS e CARLESSO, 1998).

A



B

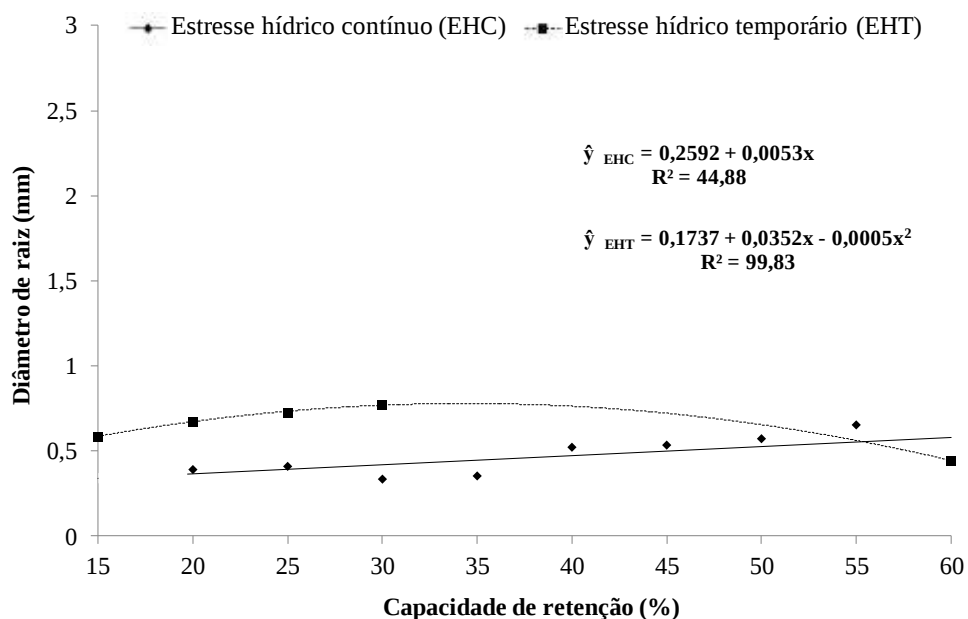


Figura 3.11 Valores médios de diâmetro de caule (A) e diâmetro de raiz principal (B) em plântulas de *Myracrodruon urundeuva* submetidas às condições hídricas, contínua e temporária, nas seguintes capacidades de retenção do solo: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60% e 15, 20, 25, 30 e 60%, respectivamente.

Quanto aos regimes hídricos aplicados, tanto para as condições hídricas contínuas como nas temporárias, os tratamentos adequados para a produção de plântulas normais, do ponto de vista morfoanatômico, foram entre 50 e 60% da capacidade de retenção para maioria das variáveis avaliadas, com exceção da espessura de folíolo e diâmetro de caule, e diâmetro de raiz no estresse hídrico temporário.

3.4 CONCLUSÃO

- O desenvolvimento morfoanatômico satisfatório das plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes níveis de capacidade de retenção (dos 15 aos 60%) representa um mecanismo de adaptação ao estresse hídrico;
- A capacidade ideal para formação de plântulas de aroeira ocorre entre 50 e 60%, com exceção da espessura de folha e diâmetro de caule que necessita de menores conteúdos hídricos, entre 30 e 40%;
- A capacidade de retenção de 10% não foi tolerada pelas plântulas, mesmo quando mantidas anteriormente em condições hídricas adequadas;
- A variação das dimensões das folhas e raízes sob estresse hídrico pode representar aspecto de tolerância;
- A redução da quantidade de estômatos pode ser considerada uma característica adaptativa de plantas de regiões áridas e semiáridas para evitar excesso de perda de água;
- A dimensão dos cotilédones é mais sensível à variação hídrica nos primeiros quinze dias do desenvolvimento das plântulas de aroeira;
- O comprimento de caule é uma das variáveis menos afetada pela variação do conteúdo de água no solo.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, U. P.; MEDEIROS, P. M.; ALMEIDA, A. L. S.; MONTEIRO, J. M.; LINS-NETO, E. M. F.; MELO, J. G.; SANTOS, J. P. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. **J. Ethnopharmacol.**, Limerick, v. 114, p. 325-354, 2007.
- AZEVEDO, C. F. **Morfologia, anatomia e fisiologia de plântulas da Caatinga**. 2012. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.
- AZEVEDO, C. F.; SILVA, K. R. G.; BRUNO, R. L. A. Reconhecimento de plantas medicinais nativas da caatinga através da identificação de frutos e sementes. In: Giovani Seabra; Ivo Mendonça. (Org.). **Educação Ambiental: Responsabilidade para a Conservação da Sociobiodiversidade**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011, v. 1, p. 209-216.
- BARBOSA, J. M.; RODRIGUES, M. A.; PILIACKAS, J. M.; AGUIAR, I. B.; SANTOS JÚNIOR, N. A. Índice de maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 786-788, 2007.
- BELLO, E. P. B. C. S.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; GUIMARAES, S. C.; MENDONÇA, E. A. F. Germinação de sementes de *Amburana acoreana* (Ducke) A. C. Sm. submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 16-24, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 365 p.
- CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. D. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta botânica brasílica**, v. 18, n. 2, p. 241-251, 2004.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. Aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. - Anacardiaceae), com notas sobre paquicalaza. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 222-228, 1999.
- CRESTANA, C. M.; BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia das sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Naturalia**, v. 13, p. 45-54, 1988.
- DUARTE, M. R.; SCHRODER, L. M.; TOLEDO, M. G.; YANO, M.; MACHADO, A. A.; MODOLO, A. K. Anatomia foliar comparada de espécies de aroeira: *Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO e *Schinus terebinthifolius* RADDI. **Visão Acadêmica**, v. 10, n. 1, p. 18-28, 2009.
- FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; HOLANDA, A. C. Morfologia de sementes, de plântulas e de plantas jovens de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 198-2006, 2008.
- FIGUEIRÔA, J. M.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, C. R.; SANTOS, S. R. N. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Plant propagation: principles and practices**. 6.ed. New Jersey: Prentice Hall International, 1997. 770p.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book, 1940.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, p. 191-215, 1979.
- KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro, EDUR. 1997. 198 p.
- LEVITT, J. **Response of plants to enviropmental stress**. II: Water radiation, salt and other stress. New York: Academic Press, 1980. 606 p.
- LIMA, G. L.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, v. 22; p. 93-99, 2009.
- LIMA, R. S. **Estudo morfo-anatômico do sistema radicular de cinco espécies arbóreas de uma área de caatinga do Município de Alagoinha- PE**. 1994. 103f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1994.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais do Brasil: nativas e exóticas**. 2ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544 p.
- MACEDO, M.; FERREIRA, A. R. Plantas medicinais usadas para tratamentos dermatológicos, em comunidades da Bacia do Alto Paraguai, Mato Grosso. **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 14, supl. 01, p. 40-44, 2004.
- MARINHO, M. L.; ALVES, M. S.; RODRIGUES, M. L. C.; ROTONDANO, T. E. F.; VIDAL, I. F.; SILVA, W. W.; ATHAYDE, A. C. R. A utilização de plantas medicinais em medicina veterinária: um resgate do saber popular. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 9, n. 3, p. 64-69, 2007.
- MOURÃO, K. S. M.; DIAS-PINTO, D.; SOUZA, L. A.; MOSCHETA, S. M. Morfo-anatomia da plântula e do tirodentro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. e *T. pallida* Sw, (Meliaceae). **Acta Scientiarum**, v. 24, p. 601- 610, 2002.
- NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 129-131, 2007.
- PEREIRA, F. M.; PETRECHEN, E. H.; BENINCASA, M. M. P.; BANZATTO, D. A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) das cultivares ‘Rica’ e ‘Paluma’ em câmara de nebulização. **Científica**, v. 19, n. 2, p. 199-206, 1991.
- ROSA, L. S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* BAILL (TIMBÓ). **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 306-314, 2005.
- SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Diversidade e estrutura fitossociologica da caatinga na estação ecológica do Serido - RN. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006.

- SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, 1998.
- SCALON, S. P. Q.; MOTA, L. H. S.; MUSSURY, R. M. Osmotic conditioning and shading on the germination and on the initial growth of *Myracrodruon urundeuva* Allemão seedlings. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 85, n. 2, p. 799-811, 2013.
- SILVA, F. A. M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.
- SILVA, G. Z. **Estresses abióticos na qualidade fisiológica de sementes e morfoanatomia de plântulas de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz**. 2011. 43 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; DANTAS NETO, J. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 307-311, 2007.
- TROVÃO, D. M. B. M.; SILVA, S. C.; SILVA, A. B.; VIEIRA JÚNIOR, R. L. Estudo comparativo entre três fisionomias da caatinga no estado da Paraíba e análise do uso das espécies vegetais pelo homem nas áreas de estudo. **Revista de Biologia de Sementes**, v. 4, n. 2, p. 1-5, 2004.
- TSUKAMOTO FILHO, A. A.; CARVALHO, J. L. O.; COSTA, R. B.; DALMOLIN, A. C.; BRONDANI, G. E. Regime de regas e cobertura de substrato afetam o crescimento inicial de mudas de *Myracrodruon urundeuva*. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 521-529, 2013.
- VILLAGRA, P. E.; CAVAGNARO, J. B. Water stress effects on the seedling growth of *Prosopis argentina* and *Prosopis alata*. **Journal of Arid Environments**, v. 64, p. 390-400, 2006.
- VIRGENS, I. O.; CASTRO, R. D.; FERNANDEZ, L. G.; PELACANI, C. R. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anarcadiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 681-692, 2012.

ANEXO - CAPÍTULO I

Tabela 1.1 Resumo da análise de variância de diásporos de vinte e oito indivíduos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri.

FV	GL	Quadrado médio							
		G	PCG	IVG	E	PCE	IVE	CPL	MSPL
Indivíduos	27	1933,29**	2050,22**	6,29**	1407,97**	1458,33**	4,89**	11,64**	3,60**
Resíduo	84	186,75	57,38	1,56	82,72	74,76	0,51	0,63	0,48
CV (%)		10,91	18,69	16,53	14,41	20,45	18,02	14,54	22,29

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; G - germinação (%); PCG - primeira contagem de germinação (%); IVG - índice de velocidade de germinação; E - emergência (%); PCE - primeira contagem de emergência (%); IVE - índice de velocidade de emergência; CPL - comprimento de plântulas (cm); MSPL - massa seca de plântulas (mg); **significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 1.2 Resumo da análise de variância de diásporos de oito indivíduos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao envelhecimento acelerado salino a 42 °C.

FV	GL	Quadrado médio				
		E	PCE	IVE	CPL	MSPL
Períodos (P)	5	12929,16**	9787,35**	40,32**	73,57**	19,30**
Indivíduos (I)	7	3893,68**	3102,08**	9,25**	13,08**	3,66**
P x I	35	225,60**	290,28**	0,73**	2,20**	0,86**
Resíduo	144	45,73	60,42	0,11	0,17	0,09
CV (%)		15,22	37,12	16,31	16,40	25,39

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; E - emergência (%); PCE - primeira contagem de emergência (%); IVE - índice de velocidade de emergência; CPL - comprimento de plântulas (cm); MSPL - massa seca de plântulas (mg); **significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 1.3 Resumo da análise de variância de diásporos de oito indivíduos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao envelhecimento acelerado salino a 42 °C durante 24 horas.

FV	GL	Quadrado médio				
		E	PCE	IVE	CPL	MSPL
Indivíduos	7	729,98**	699,36**	1,64**	3,24**	1,38**
Resíduo	24	60,79	69,17	0,12	0,12	0,14
CV (%)		15,69	38,46	16,46	13,57	26,87

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; E - emergência (%); PCE - primeira contagem de emergência (%); IVE - índice de velocidade de emergência; CPL - comprimento de plântulas (cm); MSPL - massa seca de plântulas (mg); **significativo a 1% pelo teste F.

ANEXO - CAPÍTULO II

Tabela 2.1 Resumo da análise de variância de diásporos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição contínua.

FV	GL	Quadrado médio						
		E	PCE	IVE	CPL-PA	CPL-RA	MSPL-PA	MSPL-RA
CR	9	4635,15**	5166,12**	10,07**	1,97**	70,13**	204,14**	33,46**
Resíduo	60	75,66	74,97	0,13	0,03	1,24	1,22	0,72
CV (%)		21,78	23,24	25,18	12,90	19,47	12,13	19,24

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; CR - capacidade de retenção do solo; E - emergência (%); PCE - primeira contagem de emergência (%); IVE - índice de velocidade de emergência; CPL-PA - comprimento parte aérea de plântulas (cm); CPL-RA - comprimento raiz principal de plântulas (cm); MSPL-PA - massa seca parte aérea de plântulas (mg); MSPL-RA - massa seca raiz de plântulas (mg); CR - capacidade de retenção do solo; CV - coeficiente de variação **significativo a 1% pelo teste F.

ANEXO - CAPÍTULO III

Tabela 3.1 Resumo da análise de variância de diásporos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição contínua.

FV	GL	Quadrado médio				
		NF	CF	LF	CFL	LFL
CR	8	1,48**	209,62**	159,45**	113,08**	10,64**
Resíduo	36	0,16	11,85	8,71	8,36	0,64
CV (%)		19,33	18,10	20,45	18,46	16,50

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; CR - capacidade de retenção do solo; NF - número de folhas; CF - comprimento de folha (mm); LF - largura de folha (mm); CFL - comprimento de folíolo (mm); LFL - largura de folíolo (mm); EF - espessura de folha (mm); CV - coeficiente de variação; **significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 3.2 Resumo da análise de variância de diásporos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição temporária.

FV	GL	Quadrado médio				
		NF	CF	LF	CFL	LFL
CR	4	0,70*	93,28**	73,01**	63,20**	6,98**
Resíduo	15	0,21	13,53	6,01	9,12	0,74
CV (%)		22,28	19,49	19,14	18,93	18,70

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; CR - capacidade de retenção do solo; NF - número de folhas; CF - comprimento de folha (mm); LF - largura de folha (mm); CFL - comprimento de folíolo (mm); LFL - largura de folíolo (mm); CV - coeficiente de variação; **significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 3.3 Resumo da análise de variância de diásporos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição contínua.

FV	GL	Quadrado médio	
		EF	NEFAB
CR	8	0,0008**	8,86**
Resíduo	36	4.10 ^{E-5}	0,88
CV (%)		7,5	7,98

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; CR - capacidade de retenção do solo; EF - espessura de folha e NEFAB - número de estômato folha abaxial; CV - coeficiente de variação; **significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 3.4 Resumo da análise de variância de diásporos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição temporária.

FV	GL	Quadrado médio	
		EF	NEFAB
CR	4	6,66**	2,27 ^{ns}
Resíduo	15	7.10 ^{E-5}	1,40
CV (%)		10,04	9,17

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; CR - capacidade de retenção do solo; EF - espessura de folha e NEFAB - número de estômato folha abaxial; CV - coeficiente de variação; **significativo a 1% pelo teste F, ^{ns} - não significativo.

Tabela 3.5 Resumo da análise de variância de diásporos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição contínua.

FV	GL	Quadrado médio			
		ECT	CCT	LCT	NECTAB
CR	8	0,02**	11,14**	3,99**	15,31**
Resíduo	36	0,005	0,62	0,15	0,18
CV (%)		10,84	8,37	6,92	8,39

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; CR - capacidade de retenção do solo; ECT - espessura de cotilédone; CCT - comprimento de cotilédone (mm); LCT - largura de cotilédone (mm) e NECTAB - número de estômato cotilédone abaxial; CV - coeficiente de variação; **significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 3.6 Resumo da análise de variância de diásporos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição temporária.

FV	GL	Quadrado médio			
		ECT	CCT	LCT	NECTAB
CR	4	0,03**	6,45 ^{ns}	3,02 ^{ns}	26,97**
Resíduo	15	0,005	5,68	1,77	0,10
CV (%)		9,64	24,06	22,74	6,30

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; CR - capacidade de retenção do solo; ECT - espessura de cotilédone; CCT - comprimento de cotilédone (mm); LCT - largura de cotilédone (mm) e NECTAB - número de estômato cotilédone abaxial; CV - coeficiente de variação; **significativo a 1% pelo teste F; ^{ns} - não significativo.

Tabela 3.7 Resumo da análise de variância de diásporos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição contínua.

FV	GL	Quadrado médio			
		CCA	DCA	CRA	DRA
CR	8	0,03 ^{ns}	0,20**	38,69**	0,05**
Resíduo	36	0,02	0,02	3,08	0,002
CV (%)		7,66	10,08	22,26	8,43

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; CR - capacidade de retenção do solo; CCA - comprimento de caule; DCA - diâmetro de caule; CRA - comprimento de raiz principal (cm); DRA - diâmetro de raiz principal; CV - coeficiente de variação; **significativo a 1% pelo teste F; ^{ns} - não significativo.

Tabela 3.8 Resumo da análise de variância de diásporos de *M. urundeuva*, provenientes dos municípios paraibanos de Boa Vista e São João do Cariri, submetidos ao estresse hídrico em condição temporária.

FV	GL	Quadrado médio			
		CCA	DCA	CRA	DRA
CR	4	0,30 ^{ns}	0,16**	54,50**	0,07**
Resíduo	15	0,16	0,01	1,26	0,002
CV (%)		22,53	8,49	19,71	7,52

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; CR - capacidade de retenção do solo; CCA - comprimento de caule; DCA - diâmetro de caule; CRA - comprimento de raiz principal (cm); DRA - diâmetro de raiz principal; CV - coeficiente de variação; **significativo a 1% pelo teste F; ^{ns} - não significativo.