



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
DOUTORADO EM FITOTECNIA

CAIO CÉSAR PEREIRA LEAL

**BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES, ESTRESSES ABIÓTICOS NA  
GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE MUDAS DE MOFUMBO (*Combretum leprosum*  
MART.)**

MOSSORÓ-RN

2017

CAIO CÉSAR PEREIRA LEAL

**BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES, ESTRESSES ABIÓTICOS NA  
GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE MUDAS DE MOFUMBO (*Combretum leprosum*  
MART.)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Tecnologia de sementes

Orientador: Salvador Barros Torres, Prof. Dr.

MOSSORÓ-RN

2017

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)

L435b Leal, Caio César Pereira.  
BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES, ESTRESSES  
ABIÓTICOS NA GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE MOFUMBO (*Combretum leprosum* MART.) /  
Caio César Pereira Leal. - 2017.  
88 f. : il.  
Orientador: Salvador Barros Torres.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-  
árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2017.  
1. Combretaceae. 2. Biometria. 3. Estresse hídrico. 4.  
Estresse salino. I. Torres, Salvador Barros, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

CAIO CÉSAR PEREIRA LEAL

**BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES, ESTRESSES ABIÓTICOS NA  
GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE MUDAS DE MOFUMBO (*Combretum leprosum*  
MART.)**

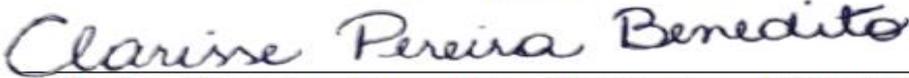
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Tecnologia de sementes

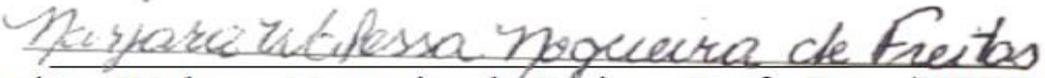
Defendida em: 23/02/2017.

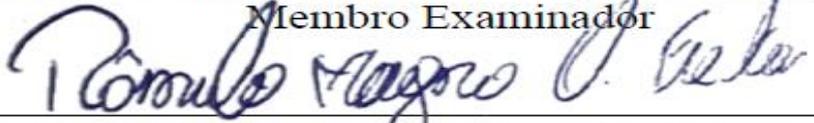
**BANCA EXAMINADORA**

  
Salvador Barros Torres, Prof. Dr. (EMPARN/UFERSA)  
Presidente

  
Clarisse Pereira Benedito, Prof<sup>a</sup>. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador

  
Danielle Marie Macedo Sousa, Prof<sup>a</sup>. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador

  
Narjara Walessa Nogueira de Freitas, Prof<sup>a</sup>. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador

  
Rômulo Magno Oliveira de Freitas, Prof. Dr. (IF Baiano)  
Membro Examinador

Aos meus amados pais,  
Fátima Pereira e Valdir Leal. Foi  
por vocês que cheguei até aqui e é  
por vocês que seguirei em frente.

**DEDICO!**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, e por estar me proporcionando este momento.

Aos meus pais, Fátima Pereira e Valdir Leal, por acreditarem em mim, sempre me incentivando a chegar até aqui.

Aos meus irmãos, Karen Raquel Pereira Leal e Thompson Fabrício Pereira Leal, por todos os momentos vividos.

As minhas sobrinhas Maria Eduarda e Maria Fernanda, por sempre trazerem felicidade, principalmente, nos momentos difíceis.

À UFERSA, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, tornando-me um profissional cada vez mais qualificado.

À CAPES e a FAPERN, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Salvador Barros Torres, pela paciência e dedicação indiscutível, sendo primordial para tornar esse momento possível.

Aos professores, Clarisse Pereira Benedito, Narjara Walessa Nogueira de Freitas, Rômulo Magno Oliveira de Freitas e Danielle Marie Macedo de Sousa por suas contribuições para a melhoria deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, César, Nonato e Sara, pela ajuda e pelos momentos vividos no laboratório.

A todos amigos do Laboratório do Análise de Sementes, por terem me ajudado durante todo trabalho, e fazerem parte desta caminhada.

E aqueles que não foram mencionados, mas que de alguma forma participaram desta conquista.

**Muito obrigado!**

## RESUMO

O mofumbo (*Combretum leprosum* Mart. (Combretaceae) é um arbusto utilizado para fins medicinais, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Objetivou-se obter informações referentes à biometria, germinação e a produção de mudas dessa espécie sobre a influência de estresses abióticos. Para isso foram desenvolvidas quatro ações de pesquisa na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró - RN, de agosto de 2014 a dezembro de 2015. Para a ação I realizou-se a caracterização biométrica com uma amostra de 100 frutos maduros de mofumbo, avaliados individualmente quanto ao comprimento e espessura (fruto e semente), massa de matéria fresca e peso hectolítrico das sementes. As sementes ainda foram classificadas quanto ao aspecto físico em: a) íntegra (normais, sem dano aparente); b) danificadas por inseto e c) mal formadas. Na segunda ação, analisou-se o efeito do estresse hídrico na germinação das sementes. Para isso, umedeceu-se o substrato papel toalha com soluções de polietilenoglicol, nos níveis de potencial osmótico: 0,0; -0,1; -0,2; -0,3 e -0,4 e -0,5 MPa sob as temperaturas de 25, 30, 35 e 20-30 °C. Foram analisadas as seguintes características: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da raiz e do hipocótilo, massa seca da raiz e do hipocótilo. Para a ação III, analisou-se o efeito da salinidade na emergência de plântulas, utilizando-se fibra de coco como substrato e soluções aquosas de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) e cloreto de potássio (KCl), nas seguintes condutividades elétricas: 0,5, 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dSm<sup>-1</sup>. As variáveis analisadas foram a germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca da raiz e do hipocótilo. O delineamento experimental para as ações II e III foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes cada. Na ação de pesquisa IV avaliou-se a produção de mudas com diferentes porcentagens de capacidade de retenção de água do substrato constituídos por 100, 80, 60, 40 e 20%, utilizando-se blocos casualizados com 4 repetições de 12 plantas. As mudas foram submetidas aos regimes hídricos com 40 dias após a semeadura (DAS). Ao final de 90 dias foram feitas as seguintes avaliações: diâmetro do colo, altura de plantas, massa seca de plantas, área foliar, relação altura/diâmetro e índice de Dickson. A diminuição do potencial hídrico acarreta efeito negativo para todas as variáveis analisadas, com nível de tolerância máximo em -0,4Mpa, para todas as temperaturas estudadas. As plântulas de mofumbo apresentam sensibilidade aos três tipos de sais estudados, com uma moderada tolerância a soluções salinas de CaCl<sub>2</sub>. A capacidade de campo em torno de 70% se mostrou mais eficiente para a produção de mudas de mofumbo bem como o uso da capacidade de campo abaixo de 40% e acima de 80% reduz drasticamente o desenvolvimento das plantas.

**Palavras-chave:** Combretaceae. Biometria. Estresse hídrico. Estresse salino.

## ABSTRACT

The mofumbo (*Combretum leprosum* Mart. (Combretaceae)) is a shrub used for medicinal purposes, reforestation and recovery of degraded areas, with the objective of obtaining information about biometry, germination and seedling production of this species on the influence of abiotic stresses. Therefore, four research actions were developed at the Federal Rural Semi-Arid University, Mossoró - RN, from August 2014 to December 2015. For the action I, the biometric characterization was performed with a sample of 100 mature fruits of mofumbo, individually evaluated for length and thickness (fruit and seed), fresh matter mass and hectolitic weight of the seeds. The seeds were still classified according to the physical aspect in: a) intact (normal, without apparent damage); B) damaged by insect and c) malformed. In the second action, the effect of water stress on seed germination was analyzed. For this, the paper towel substrate was moistened with solutions of polyethylene glycol at osmotic potential levels: 0.0; -0.1; -0.2; -0.3 and -0.4 and -0.5 MPa under the temperatures of 25, 30, 35 and 20-30 ° C. The following characteristics were analyzed: germination, germination speed index, root and hypocotyl length, root and hypocotyl dry mass. For action III, the effect of salinity on seedling emergence, using coconut fiber as substrate and aqueous solutions of sodium chloride (NaCl), calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) and potassium chloride (KCl), was analyzed. In the following electrical conductivities: 0,5, 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 and 6,5 dSm<sup>-1</sup>. The variables analyzed were germination, germination speed index, root length and dry mass of the root and hypocotyl. The experimental design for Actions II and III was the completely randomized, with four replicates of 25 seeds each. In the research action IV, the production of seedlings with different percentages of water retention capacity of the substrate constituted by 100, 80, 60, 40 and 20% was evaluated using a randomized block with 4 replicates of 12 plants. The seedlings were submitted to water regimes 40 days after sowing (DAS). At the end of 90 days, the following evaluations were made: stem diameter, plant height, dry mass of plants, leaf area, height / diameter ratio and Dickson index. The decrease of the water potential has a negative effect for all variables analyzed, with a maximum tolerance level of -0.4Mpa, for all temperatures studied. Mofumbo seedlings show sensitivity to the three types of salts studied, with a moderate tolerance to saline solutions of CaCl<sub>2</sub>. The field capacity of around 70% was more efficient for the production of mofumbo seedlings as well as the use of field capacity below 40% and above 80% drastically reduces the development of plants.

**Keywords:** Combretaceae. Biometry. Hydrical stress. Saline stress.

## LISTA DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO 2

- Gráfico 1 – **Gráfico 1.** Distribuição da frequência de comprimento e diâmetro de frutos e sementes de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.). Mossoró-RN, 2017..... 34

### CAPÍTULO 3

- Gráfico 1 – **Gráfico 1.** Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), de germinação de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), submetidas a três tipos de sais em diferentes níveis de salinidade. Mossoró-RN, 2017..... 48

- Gráfico 2 – **Gráfico 2.** Comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR), de plântulas de mofumbo (*Cobretum leprosum* Mart.), submetidas a três tipos de sais em diferentes níveis de salinidade. Mossoró-RN, 2017.....50

- Gráfico 3 – **Gráfico 3.** Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), de plântulas de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), submetidas a três tipos de sais em diferentes níveis de salinidade. Mossoró-RN, 2017.....51

### CAPÍTULO 4

- Gráfico 1 – **Gráfico 1.** Germinação (A) e índice de velocidade de germinação (B), de sementes de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), submetidas a diferentes potenciais osmóticos em diferentes temperaturas. Mossoró-RN. 2017.....64

- Gráfico 2 – **Gráfico 2.** Comprimento da parte aérea (A) e comprimento da raiz (B), de plântulas de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), submetidas a diferentes potenciais osmóticos em diferentes temperaturas. Mossoró-RN. 2017.....66

- Gráfico 3 – **Gráfico 3.** Massa seca da parte aérea (A) e massa seca da raiz (B) de plântulas de mofumbo (*Combretum. leprosum* Mart.), submetidas a diferentes potenciais osmóticos em diferentes temperaturas. Mossoró-RN. 2017.....67

## CAPÍTULO 5

- Gráfico 1 – **Gráfico 1.** Valores da altura de plantas e diâmetro do colo (mm) de mudas de mofumbo (*Combretum. leprosum* Mart.), submetidas a diferentes níveis de capacidade de retenção de água do substrato.....81
- Gráfico 2 – **Gráfico 2.** Valores massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca das folhas (MSF) e área foliar de mudas de mofumbo (*Combretum. leprosum* Mart.), submetidas a diferentes níveis de capacidade de retenção de água do substrato.....82
- Gráfico 3 – **Gráfico 3.** Valores da relação altura/diâmetro do colo de mudas de mofumbo (*Combretum. leprosum* Mart.), submetidas a diferentes níveis de capacidade de retenção de água do substrato.....83

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

- Tabela 1 – **Tabela 1.** Valores de frutos e sementes íntegros, atacados por inseto e mal formadas, peso hectolitro de sementes (Kg/100 L), peso de mil sementes (g) e peso fresco de frutos (g) de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.). Mossoró-RN, 2017.....32
- Tabela 2 – **Tabela 2-** Valores de mínimo, máximo, médios, amplitude, assimetria, coeficiente de variação (C.V.%), e curtose para as variáveis: comprimento (cm) e diâmetro (mm) de frutos e sementes de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.). Mossoró-RN.....32
- Tabela 3 – **Tabela 3.** Valores do coeficiente de correlação de Pearson à 5% de probabilidade para as variáveis diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), diâmetro da semente (DS) e comprimento da semente (CS) de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.). Mossoró-RN, 2017.....34

### CAPÍTULO 3

- Tabela 1 – **Tabela 1** - Resumo da análise de variância das variáveis avaliadas na germinação e vigor de sementes de mofumbo (*Combretum Leprosum* Mart.), em função de três tipos de sais e diferentes níveis de condutividade elétrica na água de irrigação. Mossoró-RN. 2017.....47

### CAPÍTULO 4

- Tabela 1 – Resumo da análise de variância das variáveis avaliadas na germinação e vigor de sementes de *Combretum leprosum* Mart., em função do potencial osmóticos e diferentes temperaturas. Mossoró-RN, 2017.....63

### CAPÍTULO 5

- Tabela 1 – **Tabela 1** - Resumo da análise de variância das variáveis de mudas de *Combretum. Leprosum* Mart. submetidas a diferentes níveis de capacidade de retenção de água do substrato. Mossoró –RN, 2017.....80

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL</b>	
	<b>TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Considerações gerais sobre a espécie .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Caracterização biométrica.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Estresse salino.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Estresse hídrico .....</b>	<b>18</b>
<b>2.5</b>	<b>Estresse hídrico em mudas.....</b>	<b>20</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>21</b>
	<b>CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DE FRUTOS E</b>	
	<b>SEMENTES DE MOFUMBO (<i>Combretum leprosum</i> Mart.).....</b>	<b>27</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>27</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>28</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>
	<b>CAPÍTULO 3 - EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE</b>	
	<b>PLÂNTULAS DE MOFUMBO (<i>Combretum leprosum</i> MART.)</b>	
	<b>IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA.....</b>	<b>41</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>41</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>42</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊCNIAS.....</b>	<b>54</b>

**CAPÍTULO 4 - ESTRESSE HÍDRICO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE MOFUMBO (*Combretum leprosum* Mart.) EM**

	<b>FUNÇÃO DE DIFERENTES TEMPERATURAS.....</b>	<b>57</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>57</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>58</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>61</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>69</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>

**CAPÍTULO 5 - CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE MOFUMBO (*Combretum leprosum* Mart.)**

	<b>SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS.....</b>	<b>74</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>74</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>75</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>76</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>78</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>80</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>85</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>86</b>

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

#### 1 INTRODUÇÃO GERAL

O mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) é uma espécie nativa da Caatinga de importância relevante não só para o bioma Caatinga, mas também para outros biomas brasileiros. Entretanto, são poucas as pesquisas com enfoque principal nesta espécie, sendo que grande parte dos trabalhos em que é referenciada corresponde a levantamentos florísticos e etnobotânicos (PAULINO, 2011). No Projeto Plantas para o Futuro esta espécie tem sido apontado como prioritária para pesquisa, por ter importante uso na medicina popular e apicultura (PAREYN, 2010) e também por ser bastante utilizada como forrageira e na recuperação de áreas degradadas, principalmente de matas ciliares (MAIA, 2012).

No que diz respeito à produção agrícola, assim como a maioria das plantas medicinais, aromáticas e condimentares, as informações ainda são escassas quanto às técnicas de produção (PRAVUSCHI et al., 2010). Com o aumento do extrativismo vegetal, a demanda e a pressão sobre determinadas espécies têm crescido aceleradamente, podendo levar à eliminação de indivíduos e populações, uma vez que a extração de todas as partes dessas plantas, muitas vezes, são feitas sem a devida preocupação com a manutenção ou reposição dos estoques naturais (MING et al., 2003).

Embora o cultivo de plantas medicinais tenha evoluído muito nos últimos anos, o número de espécies que se conhecem os meios de propagação, ainda é restrito, dando-se preferência àquelas que têm estudos mais avançados nas áreas de química e farmacologia. Assim, a produção de mudas torna-se um dos maiores empecilhos quando se deseja um cultivo racional (MOREIRA et al. 2007). Dessa forma, faz-se de grande importância estudos sobre a propagação e conservação desses materiais.

O uso de sementes de qualidade é de fundamental para a propagação e produção de mudas, e o teste de germinação é o principal parâmetro de avaliação da qualidade fisiológica das sementes. O resultado deste teste é utilizado para a determinação da taxa de semeadura, comparação do valor de lotes diferentes e comercialização, pois possibilita a obtenção de resultados comparáveis entre laboratórios (MARTINS et al., 2008).

A germinação, bem como a expressão do vigor das sementes, depende tanto de fatores intrínsecos à planta (tais como maturação fisiológica e dormência) como de fatores extrínsecos (faixa adequada de temperatura, substrato adequado, quantidade de água e luz) (NOGUEIRA et al., 2013). Esses mesmos autores ainda destacam a importância do conhecimento dos fatores que influenciam a germinação das sementes, para que possam ser controlados e manipulados de forma a otimizar a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação, resultando na produção de mudas mais vigorosas para plantio e minimização dos gastos.

Quatro experimentos foram realizados com *C. leprosum* com objetivo de obter informações relativas a biometria de frutos e sementes e a correlação entre suas características físicas; verificar a tolerância das sementes dessa espécie ao estresse salino com diferentes tipos de sais e níveis de condutividade elétrica, bem como a tolerância ao estresse hídrico em função de diferentes temperaturas durante o processo germinativo e desenvolvimento inicial de plântulas. Além de verificar o desenvolvimento inicial de mudas de *C. leprosum* em função da capacidade de retenção de água do substrato.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Considerações gerais sobre a espécie

O mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) é uma espécie neotropical com distribuição exclusiva na América do Sul, com registro para a Bolívia, Paraguai e Brasil (LOIOLA, 2009). No Brasil, encontra-se na Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado e Pantanal, nos estados do Pará, Amazonas, Tocantins (Norte); Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia (Nordeste); Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do sul (Centro-Oeste); e em Minas Gerais (Sudeste) (LORENZI, 2002; MARQUETE; VALETE, 2010).

Com forma de arbusto escandente, o *C. leprosum*, apresenta tricomas escamosos e esbranquiçados. Suas folhas são do tipo opostas e pecioladas; cartácea a subcoriácea, elíptica, largo-elíptica a arredondada, nervuras proeminentes abaxialmente. Inflorescências em panículas de racemos, densifloras, congestas, terminais e axilares com flores subsésseis. Fruto betulóide, largamente elíptico, com semente acompanhando o formato do fruto (LOIOLA, 2009). Conhecida popularmente pelos nomes de mofumbo, cipoaba e carne-de-vaca, é utilizada como planta medicinal com função cicatrizante, na prevenção de irritações cutânea sem limpeza de feridas, na contenção de hemorragias, como sedativo (PIETROVSKI et al., 2006), antitussígeno e expectorante (AGRA et al., 2007) e melífera de grande potencial (MARINHO et al., 2002; CHAVES et al., 2007).

### 2.2 Caracterização biométrica

A importância do conhecimento sobre as características morfológicas de frutos, sementes e plântulas foi demonstrada por Barroso et al. (2004) quando utilizaram tais características como adicional na identificação de famílias e gêneros de dicotiledôneas.

Análises biométricas constituem importante ferramenta para avaliar a variabilidade genética dentro e entre populações, auxiliando também nas definições entre esta variabilidade e os fatores ambientais, contribuindo para os programas de melhoramento genético vegetal (GUSMÃO et al., 2006), além de constituir importante subsídio para a diferenciação de espécies de um mesmo gênero e entre variedades de uma mesma espécie, uma vez que as espécies tropicais apresentam grande variabilidade no tamanho dos frutos, no número de sementes por fruto e no tamanho das sementes (CRUZ et al., 2001; ALVES et al., 2007).

A biometria das sementes também está relacionada com as características de dispersão e com o estabelecimento de plântulas, além de ser utilizada para diferenciar espécies pioneiras e não-pioneiras (BASKIN; BASKIN, 1998). Também verificando diferenças entre a homogeneidade de germinação e a variação do tamanho das sementes em um único lote, pois tanto a uniformidade quanto a porcentagem de germinação são afetados por fatores intrínsecos a semente (PIVETTA et al., 2008).

Os estudos biométricos de sementes e plântulas podem ser empregados nas análises em laboratórios, identificação e diferenciação de espécies em viveiros e reconhecimento da planta no campo (AMORIM et al., 2008). A ausência desses estudos dificulta pesquisas sobre a regeneração natural, silvicultura e preservação de espécies que correm risco de extinção (BARRETO et al., 2011).

Em trabalho realizado com morfometria de *C. leprosum*, Paulino et al. (2013), enfatizou que este tipo de análise ainda é escassa, e que há necessidade de realização de outros e, principalmente, a comparação com outras espécies. Estes autores concluíram que o diâmetro dos frutos, apresentaram menor variação em relação ao comprimento, e que as sementes tiveram maior uniformidade quanto ao comprimento em relação ao diâmetro.

### **2.3 Estresse salino**

A utilização de água com teor salino elevado está se tornando uma alternativa à produção agrícola mundial mas, para isso, há necessidade de tecnologias que reduzam os impactos no solo e no rendimento das culturas, como o emprego de lixiviação dos sais do solo ou o uso de espécies tolerantes à salinidade (SOUTO et al., 2016).

A tolerância à salinidade é descrita como a habilidade que as sementes possuem de evitar que excessivas quantidades de sal provenientes do substrato alcancem o protoplasma e, também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais (LARCHER, 2000). Segundo Mayer e Poljakoff-Mayber (1989), plantas com baixa tolerância à salinidade nos vários estádios de desenvolvimento, incluindo a germinação, são denominadas glicófitas e as mais tolerantes, halófitas.

Um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação das sementes em substrato salino. A redução do poder germinativo, comparado ao controle, serve como um indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade. Nesse método, a habilidade para germinar indica

também, a tolerância das plantas aos sais em estádios subsequentes do desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em geral, as sementes estão em ambiente mais salinizado do que as plântulas estabelecidas, cujas raízes podem usar a porção menos salinizada do perfil do solo (AGBOOLA, 1998). Quando semeadas em soluções salinas, observa-se inicialmente uma diminuição na absorção de água, redução da porcentagem e velocidade de germinação e o efeito tóxico ao embrião (SIVRITEPE et al., 2003). Dessa forma, a salinidade afeta não apenas o desenvolvimento das plantas, mas também a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação das sementes (SIVRITEPE et al., 2003). A elevação da salinidade no solo é potencialmente mais agressiva (RESENDE et al., 2014), tanto pela carência de pluviosidade como pela distribuição irregular das chuvas e deficiência de drenagem dos solos para lixiviação dos sais acumulados nas camadas superficiais para as mais profundas (GABRIEL et al., 2012), como é o caso da maioria dos solos da região semiárida do Nordeste brasileiro.

Não há na Literatura indicações de trabalhos com estresse salinos para a *C. leprosum*, nem mesmo para família Combretaceae. Diante disso, podem-se destacar trabalhos com outras espécies nativas e exóticas tais como o de Oliveira et al. (2010) com pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.); Betoni et al. (2011) com mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.); Nogueira et al. (2012) com flamboyant (*Delonix regia* (Bojer ex Hook. Raf.) e Lima et al. (2015) com albízia (*Albizia lebbek* (L.) Benth.), em que estes autores comprovam a influência negativa do cloreto de sódio (NaCl) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas dessas espécies. Este sal não é o único a causar efeito negativo sobre essas fases iniciais das plantas, como pode-se verificar no trabalho de Ferreira et al. (2013), avaliando os efeitos do NaCl, cloreto de potássio (KCl) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) na germinação e vigor de *Cederela odorata* L., constataram que a espécie apresentou diferentes respostas de acordo com o tipo de sal utilizado. .

## 2.4 Estresse hídrico

O processo de embebição de água pelas sementes é dependente da temperatura e da água disponível e a capacidade de retenção da água absorvida determinará o sucesso do processo de germinação (BANSAL et al., 1980; PEREZ; MORAES, 1991.). A redução da massa seca de plântulas em função da restrição hídrica se dá devido à demanda dos processos

fisiológicos e biológicos ou pela dificuldade de hidrólise e a mobilização das reservas armazenadas nas sementes (BEWLEY; BLACK, 2012). A velocidade do processo de germinação depende, dentre outros fatores, da disponibilidade de água. Dessa forma, o estresse hídrico pode afetar tanto a velocidade como a porcentagem de germinação sendo que, para cada espécie, há um valor de potencial hídrico no solo abaixo do qual a germinação não ocorre (AZERÊDO et al., 2016). O efeito dos potenciais osmóticos sobre as sementes e as plântulas depende da qualidade inicial da semente e do tipo de soluto utilizado quando estas são submetidas ao mesmo grau de déficit hídrico (MORAES; MENEZES, 2003).

Neste sentido, alguns trabalhos têm sido conduzidos utilizando 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 (ÁVILA et al., 2007), com destaque para o uso do polietilenoglicol (PEG 6000) que é um agente osmótico, quimicamente inerte, atóxico, de difícil absorção, simulando desta forma a seca (MORAES; MENEZES, 2003).

A variação de temperatura influencia de forma diferente nas características de germinação, proporcionando maiores valores de percentagem e velocidade de germinação, em temperaturas mais elevadas (GUEDES et al., 2013), decorrente principalmente da absorção de água mais rápida. Estes autores também mencionam que, apesar deste benefício inicial, temperaturas mais elevadas tendem a acentuar o efeito do déficit hídrico de acordo com a diminuição do potencial osmótico. Martins et al. (2008) relata que para espécies das florestais subtropicais e tropicais brasileiras a temperatura ótima de germinação situa-se entre 20 e 30 °C, sem condições de estresse. Esse efeito não foi verificado por Silva et al. (2016) em *C. glaziovii*, no qual em todas as temperaturas testadas verificou-se diminuição no comprimento radicular à medida que os potenciais osmóticos se tornaram mais negativos.

Diferentemente, Guedes et al. (2013) com sementes de *Aipeba tibourbou* Albl., verificaram que na temperatura de 30 °C constatou-se maior comprimento (3,28 cm) de plântulas, enquanto que na temperatura de 25 °C as plântulas atingiram 2,28 cm em condições de estresse hídrico. Para várias outras espécies também foram observadas reduções no percentual de germinação e na velocidade de germinação, em graus variados, como é o caso de *Ateleia glazioviana* Baill. (ROSA et al., 2005), e *Plantago ovata* Forsk (SOUSA et al., 2008), com a redução do potencial hídrico, a partir de -0,8 MPa impediram a absorção de água pelas sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) ex. Brenan (REGO et al., 2007).

## 2.5 Estresse hídrico em mudas

A baixa disponibilidade de água não afeta somente a germinação, mas também todo o crescimento da planta, desde a muda no viveiro até o desenvolvimento em campo. A ausência ou insuficiência de água no crescimento inicial de plantas é o que caracteriza a vegetação da Caatinga, pois o déficit hídrico durante grande parte do ano faz com que a fitofisionomia e a flora variem gradativamente, tornando-se essencial a avaliação dos efeitos desses fatores na fisiologia do crescimento das espécies de importância econômica e ecológica (CABRAL et al., 2004).

Os efeitos da seca sobre o desenvolvimento dos vegetais dependem da intensidade, da duração do estresse e da fenologia e genética da planta, podendo provocar diversas alterações morfofisiológicas como diminuição da turgescência e redução no tamanho das folhas, desenvolvimento de um sistema radicular mais profundo e fechamento dos estômatos nos horários mais quentes do dia (PIMENTEL, 2004). Com isso há necessidade de estudos avaliando crescimento e desenvolvimento de plantas jovens sob baixa disponibilidade de água. Nogueira et al. (2005) afirmam que a deficiência hídrica afeta todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento das plantas, podendo influenciar no alongamento e na diferenciação celular em função da redução na turgescência da célula, resultando na diminuição do desenvolvimento da área foliar.

Em estudo realizado por Silva et al. (2008) verificaram que plantas jovens de aroeira (*Myracrodouon unrudeuva* Allemão) crescem melhor quando cultivadas com suprimento hídrico de 75% da capacidade de campo do substrato(C.C.) podendo ser cultivadas em níveis de água de até 50% C.C., sem apresentar modificações morfológicas e fisiológicas significativas. No entanto Santiago (2000), avaliando o crescimento de plantas jovens de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), verificou que o déficit hídrico provocou redução tanto na matéria seca das folhas quanto na matéria seca do caule.

Similarmente, em trabalho com jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), Nascimento et al. (2011) verificaram que seu crescimento foi severamente afetado em níveis de água abaixo de 50% da capacidade de retenção de água no solo. Cabral et al. (2004) em trabalho com craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore) submetidas ao estresse hídrico, verificaram que o tratamento de 25% da capacidade de campo propiciou maior redução do crescimento.

## REFERÊNCIAS

- AGBOOLA, D. A. Effect of saline solutions and salt stress on seed germination of some tropical forest tree species. **Revista de Biologia Tropical**, v.46, n.4, p.1109-1115, 1998.
- AGRA, M. F. et al. Medicinal and poisonous diversity of the flora of "Cariri Paraibano", Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.111, p.383-95, 2007.
- ALVES, A. F. et al. Superação de dormência de sementes de braúna (*Schinopsis brasiliense* Engl.). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.74-77, 2007.
- AMORIM, I. L. et al. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) H. S. Irwin & Barneby – Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.3, p.507-516, 2008.
- ÁVILA, M. R. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n. 1, p. 98-106, 2007.
- AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, v.26, n.1, p. 193-202, 2016.
- BANSAL, R. P., BHATI, P. R., SEN, D. N. Differential specificity in water imbibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, v. 22, p. 327-331, 1980.
- BARRETTO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.223-232, 2011.
- BARROSO, G.M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 444 p.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. Londres: Academic Press, 1998.

BETONI, R.; SCALON, S.P.Q. E; MUSSURY, R.M. Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes de mutambo (*Guazuma ulmifolia* lam.) (sterculiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.605-616, 2011.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasileira**. V.18, n.2, p.241-251. 2004.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró**: um município semi-árido nordestino. Mossoró: ESAM, 1991, 121p. (Coleção Mossoroense, série C, 30).

CHAVES, E. M. F.; BARROS, R. F. M.; ARAÚJO, F. S. Flora Apícola do Carrasco no Município de Cocal, Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p.555-557, 2007.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, leguminosae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n. 2, p. 161-165, 2001.

GABRIEL, J. J. et al. The role of cover crops in irrigated systems: soil salinity and salt leaching. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.158, n.8, p.200-207, 2012.

GUEDES, R. S. et al. 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.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA, E. M. Biometria de frutose endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich ex. A. Juss.). **Revista Cerne**, v.12, n.1, p.84-91, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Trad. de C. H. B. A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LARRÉ, C. F.; MORAES, D. M.; LOPES, N. F. Potencial fisiológico de dois lotes de sementes de arroz tratadas com 24-epibrassinolídeo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.4, p.27-35, 2009.

LIMA, M. F. P. et al. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de albizia submetidas à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.1, p.3-8, 2015.

- LOIOLA, M. I. B. et al. Flora da Paraíba, Brasil: Combretaceae. **Acta Botânica Brasílica**, v.23, n.2, p.330-342, 2009.
- LOPES, J. C. et al. Influência da temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de bortalha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.18-24, 2005.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exótica**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 576 p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012.
- MARINHO, I.V. et al. Espécies vegetais da caatinga utilizadas pelas abelhas indígenas sem ferrão como fonte de recursos e local de nidificação. **I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**. João Pessoa, 2002.
- MARQUETE, N.; VALETE, M. C. Combretaceae. In: FORZZA, R. C. et al. (org.) **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, Instituto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.
- MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão ((*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae)). **Revista Árvore**, v.32, n.4, p.633-639, 2008.
- MAYER, A. C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. London: Pergamon Press, 1989. 270p.
- MING, L.C. et al. **Manejo e cultivo de plantas medicinais: algumas reflexões sobre as perspectivas e necessidades no Brasil**. In: COELHO, M.F.B.; JÚNIOR, P.C.; DOMBROSKI, J.L.D. (Org.). Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais. Cuiabá, UNICEN, 2003, p. 149-156.
- MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.219-226, 2003.

MOREIRA, F. J. C. et al. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Luffa cylindrica* Roemer. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 233-238, 2007.

NASCIMENTO, H. H. C. et al. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, v.35, n.3, Edição Especial, p.617-626, 2011.

NOGUEIRA, N. W. et al. Efeito da salinidade na emergência e crescimento inicial de plântulas de flamboyant. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.3, p.466-472, 2012.

NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O.; GURGEL, G. B.; NASCIMENTO, I. L. Diferentes temperaturas e substratos para germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 56, n. 2, p. 95-98, 2013.

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. et al. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2005. p.22-31.

OLIVEIRA, I. R. S. et al. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, v.23, n.4, p.40-45, 2010.

PAREYN, F. G. C. A importância da produção não-madeireira na caatinga. p. 131-144. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.) **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368p.

PAULINO, R. C. et al. Características biométricas e descrição morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Combretum leprosum* Mart. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.5, p.48-57, 2013.

PEREZ, S. C. J. A.; MORAES, J. A. P. V. Influência do estresse hídrico e do pH no processo germinativo da algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 7, p. 981-8, 1991.

PIETROVSKI, E. F. et al. Topical anti-inflammatory activity of *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) leaves. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.60, n.4, p.479-487, 2008.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. 191 p.

PIVETTA, K. F. L.; SARZI, I; ESTELLITA, M.; CAVALCANTE, M. Z. B. Tamanho do diásporo, substrato e temperatura na germinação de sementes de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.1, p.126-134, 2008.

PRAVUSCHI, P.R. et al. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjericão (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 687-693, 2010.

QU, X; BASKIN. J. M.; BASKIN, C. C. Combinational dormancy in seeds of *Sicyos angulatus* (Cucurbitaceae, tribe Sicyeae). **Plant Species Biology**, v.27, n.2, p.119-123, 2012.

REGO, S. S. et al. Influência de potenciais osmóticos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) ex. Brenan (Angico-branco) - Mimosaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.2, p.549-551, Supl. 2, 2007.

RESENDE, R. S. et al. Distribuição espacial e lixiviação natural de sais em solos do Perímetro Irrigado Califórnia, em Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.46, p. 46-52, 2014. Suplemento.

ROSA, L. S. et al. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Cerne**, v.11, n.3, p.306-314, 2005.

SANTIAGO, A. M. P. **Aspectos do crescimento do sabiá (*Mimosa Caesalpinifolia* Benth.) em função da disponibilidade de água no solo**. 2000. 63f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade federal Rural de Pernambuco, Recife, 2000.

SILVA, M. A. V. et al. Resposta estomática e produção de matéria seca em plantas jovens de aroeira submetidas a diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, v.32, n.2, p.335-344, 2008.

SILVA, M. L. M. et al. Germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v.26, n.3, p.999-1007, 2016.

SIVRITEPE, N.; SIVRITEPE, H.O.; ERIS, A. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. **Scientae Horticulturae**, v.97, n.3-4, p.229-237, 2003.

SOUSA, M. P. et al. Estresses hídrico e salino no processo germinativo das sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae). **Revista Árvore**, v.32, n.1, p.33-38, 2008.

SOUTO, A. G. L. et al. Biometria em plantas de noni sob irrigação com águas salinas e lixiviação dos sais do solo. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.2, p.316-324, 2016.

TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 954 p.

## CAPÍTULO 2

### CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DE FRUTOS E SEMENTES DE MOFUMBO (*Combretum leprosum* Mart.)

#### RESUMO

O mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) é um arbusto utilizado para fins medicinais, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Objetivou-se realizar a caracterização biométrica de frutos e sementes de *C. leprosum* e estabelecer a correlação entre estes caracteres. Para isto, 100 unidades de frutos e sementes de *C. leprosum* foram individualmente avaliados quanto ao comprimento e diâmetro, posteriormente massa da matéria fresca total, peso hectolítrico das sementes e peso de 1000 sementes. As unidades ainda foram classificadas quanto ao aspecto físico em quatro categorias: íntegras (normais), sem dano aparente; danificadas por inseto, com orifício ou presença de larva ou adulto e mal formadas. Ao final, estabeleceu-se a correlação de Pearson entre as características físicas das sementes e frutos. Os dados de biometria dos frutos e das sementes foram analisados por meio de ajuste de distribuições estatísticas e de estatísticas descritivas, que compreenderam medidas de posição (média, valores mínimo e máximo) e de dispersão (coeficientes de variação, de assimetria e de curtose) e o coeficiente de correlação. As características biométrica de frutos de *C. leprosum* tem variação maior do que as de sementes. As características biométricas de *C. leprosum* não apresentaram correlação significativa entre si.

**Palavras-chave:** Morfometria. Combretaceae. Biometria.

## **BIOMETRIC CHARACTERIZATION OF *Combretum leprosum* Mart. FRUITS AND SEEDS**

### **ABSTRACT**

The Mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) Is a shrub used for medicinal purposes, reforestation and recovery of degraded areas. The objective of this study was to perform the biometric characterization of fruits and seeds of *C. leprosum* and to establish the correlation between these characters. For this, 100 fruit and seed units of *C. leprosum* were individually evaluated for length and diameter, later mass of the total fresh matter, hectolitic weight of the seeds and weight of 1000 seeds. The units were still classified according to the physical aspect in four categories: intact (normal), with no apparent damage; Damaged by insect, with hole or presence of larva or adult and malformed. At the end, Pearson's correlation was established between the physical characteristics of the seeds and fruits. The fruit and seed biometry data were analyzed by means of adjustment of statistical distributions and descriptive statistics, which included measures of position (mean, minimum and maximum values) and dispersion (coefficients of variation, asymmetry and kurtosis) And the correlation coefficient. The biometric characteristics of *C. leprosum* fruits have a greater variation than those of seeds. The biometric characteristics of *C. leprosum* showed no significant correlation between them.

**Key words:** Morphometry. Combretaceae. Biometry

## 1 INTRODUÇÃO

O mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) é uma espécie neotropical com distribuição exclusiva na América do Sul, com registro para a Bolívia, Paraguai e Brasil (LOIOLA, 2009). Esta espécie tem importância relevante não só para o bioma Caatinga, mas também para outros biomas brasileiros. Entretanto são poucas as pesquisas com enfoque principal nesta espécie, grande parte dos trabalhos em que é referenciada corresponde a levantamentos florísticos e etnobotânicos (PAULINO, 2013).

No que diz respeito à produção agrícola do *C. leprosum*, assim como a maioria das plantas medicinais, aromáticas e condimentares as informações ainda são escassas, principalmente no tocante às técnicas de produção (PRAVUSCHI et al., 2010). Dessa forma, faz-se de grande importância estudos sobre a propagação, conservação e caracterização dessa espécie, principalmente no que diz respeito à germinação, bem como a expressão do vigor das sementes e sua caracterização biométrica, fator este que está totalmente ligado a sua adaptação a diferentes tipos de ambientes.

As análises biométricas constituem importante ferramenta para avaliar a variabilidade genética dentro e entre populações, auxiliando também nas definições entre esta diferenciação e os fatores ambientais, contribuindo para os programas de melhoramento genético vegetal (GUSMÃO et al., 2006), e constitui importante subsídio para a diferenciação de espécies de um mesmo gênero e entre variedades de uma mesma espécie, uma vez que as espécies tropicais apresentam grande variabilidade no tamanho dos frutos, no número de sementes por fruto e no tamanho das sementes (ALVES et al., 2007). Além disso contribui para o conhecimento do processo reprodutivo, fornece subsídio para produção de mudas e auxilia na compreensão do processo de regeneração natural (NUNES et al., 2009).

A biometria das sementes também está relacionada com as características de dispersão e com o estabelecimento de plântulas, além de ser utilizada para diferenciar espécies pioneiras e não-pioneiras (BASKIN; BASKIN, 1998). Também verificando diferenças entre a homogeneidade de germinação e a variação do tamanho das sementes em um único lote, pois tanto a uniformidade quanto a porcentagem de germinação são afetados por fatores intrínsecos a semente (PIVETTA et al., 2008), como variação de tamanho, forma, coloração e aspecto superficial da testa (ABUD; REIS e TEÓFILO, 2009).

Trabalhos relacionados à biometria e morfologia de frutos e sementes de espécies nativas ou de ocorrência na Caatinga ainda são escassos, mas alguns trabalhos deram enfoque

a este tema nos últimos anos, conduzidos com espécies distintas como, *Erythrina variegata* L. (MATHEUS; LOPES, 2007), *Erythrina velutina* Willd (SILVA et al., 2008), *Dalbergia nigra* Allem (BRAZ et al., 2009), *Carthamus tinctorius* L. (ABUD et al., 2010), *Copernicia prunifera* (Mill.) HE Moore) (REIS et al., 2010), *Dalbergia cearensis* Ducke (NOGUEIRA et al., 2010), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong (BARRETO, FERREIRA, 2011), *Amburana cearensis* (Fr. All.) A. C. Smith. (LOUREIRO et al., 2013), *Combretum leprosum* Mart. (PAULINO et al., 2013), *Licania rígida* Benth. (DINIZ et al., 2015), *Syagrus coronata* (Mart.) Becc (SANTOS-MOURA et al., 2016), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, comb. Nov (MENDONÇA et al., 2016). Apesar do crescimento de trabalhos sobre o tema, diante da grande diversidade de espécies, ainda são relativamente escassas as informações no tocante aos aspectos biométricos e morfológicos de sementes e plântulas.

Diante disso objetivou-se caracterizar biometricamente frutos e sementes de *C. leprosum* e estabelecer uma correlação entre esses caracteres.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de mofumbo foram obtidas de frutos maduros colhidos de diferentes matrizes no município de Mossoró – RN no ano de 2014, situado nas seguintes coordenadas: latitude 5°12'14"S e longitude de 37°19'26"W Gr, com altitude aproximada de 23 m. De acordo com Köppen o clima local é BSw<sup>h</sup>, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO et al., 1991).

Os frutos foram colocados para secar à sombra e em seguida levados ao Laboratório de Análise de Sementes da UFERSA, onde foram abertos manualmente para retirada das sementes. Estas foram acondicionadas em embalagens de vidro e armazenadas em ambiente controlado (temperatura de  $10 \pm 2$  °C e umidade relativa do ambiente de 40%) durante todo o período experimental.

Para as determinações biométricas utilizou-se uma amostra de 100 frutos, retirados ao acaso, realizando-se as seguintes avaliações individuais: comprimento do fruto (CF) com paquímetro digital, medindo-se da parte basal até parte apical do fruto; diâmetro (DF) medida na parte mediana, com paquímetro digital; massa de matéria fresca (MMF), determinada utilizando-se balança com precisão de três casas decimais. Realizou-se a caracterização física das sementes extraídas dos frutos, sendo mensurados o comprimento (CS) desde a parte basal até o ápice, diâmetro (DS) medida na parte mediana da semente, ambas com paquímetro digital, massa da matéria fresca (MMS) utilizando-se balança com precisão de três casas decimais, peso de mil sementes (BRASIL, 2009) e peso hectolítrico (PHEC), realizado em balança hectolétrica. As sementes ainda foram classificadas em: intactas (sem dano aparente); danificadas por inseto, com orifício ou presença de larva ou adulto; anormais e mal formadas.

Os dados de biometria dos frutos e das sementes foram analisados por meio de ajuste de distribuições estatísticas e de estatísticas descritivas, que compreenderam medidas de posição (média, valores mínimo e máximo) e de dispersão (coeficientes de variação, de assimetria e de curtose) e o coeficiente de correlação de Pearson a 5% de probabilidade para a associação entre as características biométricas e físicas dos frutos e as características das sementes com auxílio do programa Assistat<sup>®</sup>. Para a distribuição das frequências foram estimados classes de comprimento e diâmetro de frutos e sementes, e construído gráficos com auxílio do EXCEL<sup>®</sup>.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação a integridade de frutos e sementes, maior parte destes apresentaram aspecto normal, com valores de 80 e 86%, respectivamente (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores de frutos e sementes normais, danificadas e anormais; peso hectolitro de sementes (Kg/100 L), peso de mil sementes (g) e peso fresco de frutos (g) de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) Mossoró-RN, 2017.

Variável	Sementes	Frutos
Normais	86%	80%
Danificadas	8%	20%
Anormais	6%	0%
Peso Hectolitro	147,5 (Kg/L)	
Peso 1000 sementes	91,325 (g)	
Peso fresco	-----	18,48 (g)

Os parâmetros morfométricos de sementes e frutos de mofumbo não apresentaram grandes variações. Os dados da estatística descritiva dos caracteres comprimento e diâmetro de frutos e sementes são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2-** Valores de mínimo, máximo, médios, amplitude, assimetria, coeficiente de variação (C.V.%), e curtose para as variáveis: comprimento (cm) e diâmetro (mm) de frutos e sementes de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.). Mossoró-RN, 2017.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média±desvio	Amplitude	Assimetria	C.V.	Curtose
Comprimento (mm)	19,22	31	23,57±2,85	11,78	0,84	12,11	-0,26
Diâmetro (mm)	9,93	21,98	14,53±2,29	12,05	0,81	15,78	0,90
				Sementes			
Comprimento (mm)	8,74	15,44	11,06±0,95	6,7	1,04	0,92	3,9
Diâmetro (mm)	2,89	5,1	4,27±0,46	2,21	-0,49	10,84	-0,43

Os frutos de *C. leprosum* são do tipo betulídio, secos, indeiscentes, alados e monospermicos. São típicos de alguns gêneros de Combretaceae, originam-se de um ovário ínfero, providos de alas derivadas de expansões do hipanto (BARROSO et al., 2004) e características semelhantes foram observadas nos frutos de *Combretum rotundifolium* Rich. por

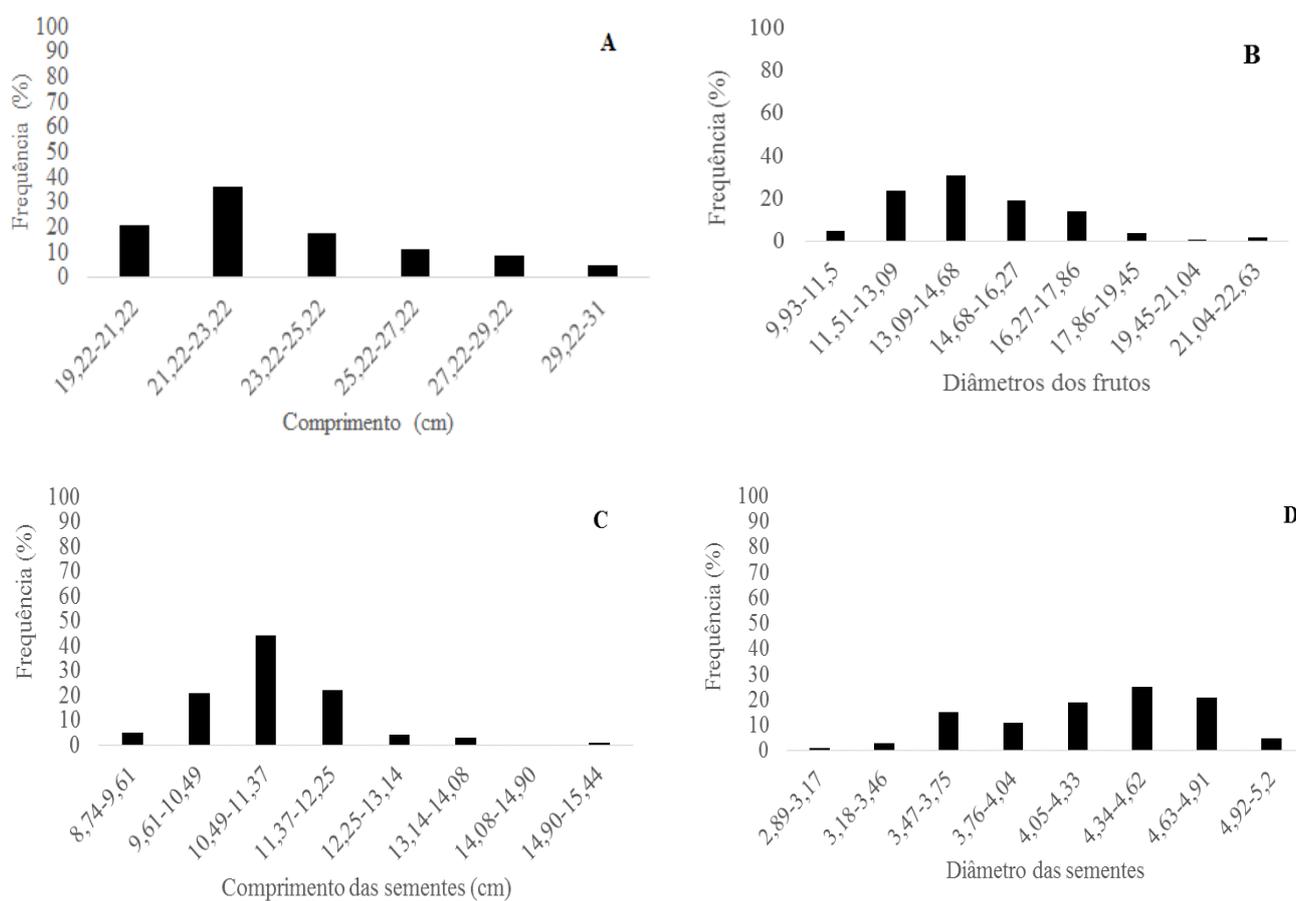
Valente et al. (1989). As sementes são ovóides ou elipsóides de cor castanha, aspecto rugoso com estrias longitudinais saindo do ápice à base das sementes (PAULINO et al., 2013).

Os caracteres apresentaram-se homogêneos tanto para frutos quanto as sementes, no entanto houve maior variação no diâmetro dos frutos com média de 14,53 mm e valores de mínimo, máximo e amplitude de 9,93, 21,98 e 12,05 respectivamente, resultando num coeficiente de variação de 15,78%. Já a menor variação observada foi no comprimento de sementes, apresentando média 11,05 mm, valores de mínimo, máximo e amplitude de 8,74, 15,44 e 6,7 respectivamente, com coeficiente de variação de apenas 0,92% (Tabela 2).

Esta baixa variação encontrada em frutos e sementes de *C. leprosum* pode estar atrelada ao fato de poucas populações serem encontradas na região de Mossoró-RN, em função do período de 6 anos de seca, o que levou ao desaparecimento de populações inteiras não havendo polinização cruzada entre indivíduos de populações distintas. Estes valores diferem dos encontrados por Paulino et al. (2013) com sementes da mesma espécie, também provenientes de matrizes em Mossoró-RN, onde foi constatado valores superiores aos destes trabalho. Vale salientar que há uma diferença de três anos entre as coletas dos frutos, o que reforça mais ainda o efeito do fatores ambientais, principalmente a seca, sobre os caracteres biométricos de frutos e sementes de *C. leprosum*.

Observando o coeficiente de assimetria, distribuição assimétrica tem associada a si uma curva de frequência unimodal que apresenta, a partir do seu ponto mais alto, uma "calda" mais longa para a direita (assimetria positiva) ou para a esquerda (assimetria negativa). Nota-se uma assimetria negativa para o parâmetro diâmetro da semente, o que representa que a distribuição deste é assimétrica e a média (4,27 mm) se encontra ao lado esquerdo do valor máximo; já para os demais parâmetros observa-se assimetria positiva, que demonstra que as suas respectivas médias se encontram a direita do ponto mais alto da curva. Vale salientar que numa distribuição simétrica valores de média, mediana e moda são iguais, ou seja, a curva apresenta duas caldas com o mesmo tamanho.

O coeficiente de curtose busca demonstrar o grau de concentração dos valores da distribuição em torno do centro da mesma distribuição, logo quanto maior o valor do coeficiente de curtose, maior será sua concentração em torno do centro de distribuição. Com isso observa-se que o parâmetro diâmetro do fruto apresenta maior valor (0,90) em relação aos demais, indicando uma maior concentração dos valores destes em torno do centro da curva de distribuição.



Os dados de distribuição de frequência de comprimento e diâmetro de frutos e sementes de *C. leprosum* estão apresentados no Gráfico 1.

**Gráfico 1.** Distribuição da frequência de comprimento dos frutos (A), diâmetro de frutos (B), Comprimento das sementes (C) e diâmetro das Sementes (D) de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.). Mossoró-RN, 2017.

O comprimento dos frutos variou de 19,22 a 31 mm, com concentração maior (36%) na classes de 21, 22-23,22 mm e menor os maiores valores na classe de 29,22 -31 mm. Para o diâmetro dos frutos a maior concentração foi na classe de 13,08-14,68 que representa 31% dos indivíduos e nota-se que a classe de 19,45-21,04 mm é que apresenta menos representantes com apenas 1% do total amostrado. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Paulino et al. (2013) que constatou variação de comprimento de frutos entre 18,3 e 32,59 mm e com 58,2% se concentrando entre 24,4-28,5 mm. Este mesmo autor ainda constata uma maior concentração (85%) no intervalo 18,49-22,92 mm para o diâmetro dos frutos. Vale salientar que Paulino et al. (2013) encontrou maior variação no comprimento, o que discorda do encontrado neste trabalho onde o diâmetro dos frutos variou mais do que seu comprimento.

A distribuição de frequência por classes de comprimento de sementes apresentou o intervalo 10,49-11,37 mm como o mais representativo com 44% do total amostrado. Pode-se observar que a classe 14,08-14,90 não apresentou nenhum indivíduo e a classe 14,9-15,44 apenas 1%.

A ocorrência de grande variação nos caracteres fenotípicos, provavelmente associada a variabilidade genética, é típica de espécies alógamas, especialmente as não domesticadas, o que pode favorecer a seleção de características em programas de melhoramento (FARIA, 2004), mas, por outro lado, essa característica pode influenciar de forma negativa a germinação, bem como, estar associada a problemas reprodutivos da espécie.

Apesar de uma baixa variação entre os parâmetros de frutos e sementes, devido pertencerem a uma mesma população de matrizes, não foi observada correlação significativa entre comprimento e diâmetro de frutos e sementes (Tabela 3). Em sementes de leguminosas, ao avaliar apenas um lote, resultados semelhantes foram obtidos por Silva e Môro (2008) e Costa, Silva e Gomes (2014) em *Clitoria fairchidiana* R. A. Howard e por Araújo et al. (2014) em *Macropodium martii* Benth., em que os parâmetros morfométricos não foram homogêneos.

**Tabela 3.** Valores do coeficiente de correlação de Pearson a 5% de probabilidade para as variáveis diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), diâmetro da semente (DS) e comprimento da semente (CS) de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.). Mossoró-RN, 2017.

Variável	Correlação de Pearson			
	DF	CF	DS	CS
DF	1	-0,0891 <sup>n.s.</sup>	-0,0719 <sup>n.s.</sup>	-0,0265 <sup>n.s.</sup>
CF	X	1	-0,0688 <sup>n.s.</sup>	-0,0875 <sup>n.s.</sup>
DS	X	X	1	0,0784 <sup>n.s.</sup>
CS	X	X	X	1

O coeficiente de correlação de Pearson varia de 1 a -1, quanto mais próximo desses dois valores maior a correlação entre parâmetros, podendo essa correlação ser direta ou inversamente proporcional para valores positivos e negativos respectivamente. Observando os valores da Tabela 3, nota-se a baixa correlação entre os caracteres avaliados, demonstrando que não há uma relação entre comprimento e diâmetro de frutos e sementes, apesar da baixa variação observada na Tabela 2. Estes resultados podem estar atrelados, principalmente, aos fatores ambientais durante o florescimento e frutificação associado a grande variabilidade

genética da população, como verificado para *Melanoxylon brauna* Schott (SILVA et al., 2013) e *Magonia pubescens* St. Hil (MACEDO et al., 2009).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características biométricas de frutos de *C. leprosum* apresentam variação maior do que as de sementes.

As características físicas de comprimento e diâmetro de frutos e sementes de *C. leprosum* não apresentam correlação significativa entre si.

## REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F.; REIS, R. G. E.; TEÓFILO, E. M. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Mucuna aterrima* Piper e Tracy. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.4, P.563-569, 2009.
- ABUD, H. F. et al. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.2, p.259-265, 2010.
- ALVES, A. F. et al. Superação de dormência de sementes de braúna (*Schinopsis brasiliense* Engl.). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.74-77, 2007.
- ARAÚJO, A. M. S. et al. Caracterização morfométrica e germinação de sementes de *Macroptilium martii* Benth. (Fabaceae). **Revista Caatinga**, v.27, n.3, p. 124-131, 2014.
- BARROSO, G.M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 444p.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. Londres: Academic Press, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- BRAZ, M. S. S. et al. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All.ex. Benth) Leguminosae-Papilionoideae. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.1, p.67-71, 2009.
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Mossoró: ESAM, 1991, 121p. (Coleção Mossoroense, série C, 30).
- COSTA, L. G. SILVA, A. G. GOMES, D. R. Morfologia de frutos, sementes e plântulas, e anatomia de sombreiro (*Clitoria fairchildiana*). **Revista Ciências Agrárias**, v.57, n.4. p.414-421, 2014.

CUNHA, M. A. P.; BARBOSA, L. V.; FARIA, G. A. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. (org). **Maracujá**: Produção e qualidade na passicultura, EMBRAPA Mandioca e Fruticultura: Cruz das Almas, 2004, p.13-36.

DINIZ, F. O. et al. Biometria e morfologia da semente e plântula de oiticica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.2, p.183 - 187, 2015.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA, E. M. Biometria de frutose endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich ex. A. Juss.). **Revista Cerne**, v.12, n.1, p.84-91, 2006.

LOIOLA, M. I. B. et al. Flora da Paraíba, Brasil: Combretaceae. **Acta Botânica Brasilica**, v.23, n.2, p. 330-342, 2009.

LOUREIRO, M.B. et al. Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de sementes e plântulas de *Amburana cearenses* (Fr. All.) A.C. Smith (Leguminosae – Papilionoideae). **Revista Árvore**, v.37, n.4, p.679-689. 2013.

MACEDO, M. C. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.31, n.2, p.202-211, 2009.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J.C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.8-15, 2007.

MENDONÇA, A. V. R. et al. Morfologia de frutos e sementes e germinação de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, comb. Nov. **Ciência Florestal**, v.26, n.2, p.375-387, 2016.

NOGUEIRA, F. C. B.; MEDERIOS FILHO, S.; GALLÃO, M. I. Caracterização da germinação e morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Dalbergia cearensis* Ducke (pau-violeta) – Fabaceae. **Acta Botânica Brasilica**. v.24, n.4, p.978-985, 2010.

NUNES, C. F. et al. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.2, p.207-210, 2009.

PAULINO, R. C. et al. Características biométricas e descrição morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Combretum leprosum* Mart **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.5, p.48-57, 2013.

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

PRAVUSCHI, P.R. et al. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.4, p.687-693, 2010.

REIS, R.G.E. et al. Biometria e efeito da temperatura e tamanho das sementes na protrusão do pecíolo cotiledonar de carnaúba. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.1, p.81-86, 2010.

SANTOS-MOURA, S. S. et al. Morphology of fruits, diaspores, seeds, seedlings, and saplings of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. **Bioscience Journal**, v.32, n.3, p. 652-660, 2016.

SILVA, B. M. S. E.; MÔRO, F. V. Aspectos morfológicos do fruto, da semente e desenvolvimento pós-seminal de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. – FABACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.195-201, 2008.

SILVA, K. B. et al. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas de *Erythrina velutina* willd., Leguminosae – Papilionideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.104-114, 2008.

SILVA, M. N. F.; VALENTE, M.C. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Combretaceae. **Rodriguésia**, v.56, n.86, p.131-140. 2005.

VALENTE M. C.; SILVA N.M; GUIMARÃES D. J. Morfologia e Anatomia do fruto de *Combretum rotundifolium* Rich. (Combretaceae). **Rodriguésia**, v.67, n. ?, p.45-51, 1989.

## CAPÍTULO 3

### EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MOFUMBO (*Combretum leprosum* MART.) IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA

#### RESUMO

O mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) é uma árvore de 10 a 15 m utilizada para fins apícola, medicinal, lenha, paisagístico e reflorestamento. Objetivou-se verificar a tolerância de *C. leprosum* ao estresse salino durante a emergência e desenvolvimento inicial de plântulas. O experimento foi realizado em casa de vegetação utilizando o substrato fibra de coco comercial umedecido com soluções aquosas de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) e cloreto de potássio (KCl) nas condutividades elétricas de: 0,0; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 7 (três sais x sete níveis de condutividade elétrica). Avaliou-se a emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, massas secas da raiz e da parte aérea. Os sais provocaram efeitos negativos para todas as variáveis analisadas, sendo o cloreto de sódio mais agressivo que o cloreto de potássio, e este, mais que o cloreto de cálcio, a variável comprimento da raiz apresenta moderada tolerância a KCl e CaCl<sub>2</sub>. A espécie estudada pode ser classificada como halófito.

**Palavras-chave:** Combretaceae. Salinidade. Sementes florestais.

**EMERGENCE AND EARLY DEVELOPMENT OF *Combretum leprosum*  
MART. SEEDLINGS IRRIGATED WITH SALINE WATER**

**ABSTRACT**

The Mofumbo plant (*Combretum leprosum* Mart.) Is a 10 to 15 m tree used for beekeeping, medicinal, firewood, landscaping and reforestation purposes. The objective of this study was to verify the tolerance of *C. leprosum* to saline stress during emergence and early development of seedlings. The experiment was carried out in a greenhouse using the commercial coconut fiber substrate moistened with aqueous solutions of sodium chloride (NaCl), calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) and potassium chloride (KCl) in the electrical conductivities of: 0,0; 1.5; 2.5; 3.5; 4,5; 5.5 and 6.5 dS m<sup>-1</sup>. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme 3 x 7 (three salts x seven levels of electrical conductivity). The emergence of seedlings, emergence velocity index, root length, shoot length, dry root and shoot masses were evaluated. The salts had negative effects for all variables analyzed, with sodium chloride being more aggressive Than potassium chloride, and this, more than calcium chloride, the variable root length has a moderate tolerance to KCl and CaCl<sub>2</sub>. The species studied can be classified as halophyte.

**Key words:** Combretaceae. Salinity. Forest seeds.

## 1 INTRODUÇÃO

O mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) é uma espécie neotropical com distribuição exclusiva na América do Sul (LOIOLA, 2009), Importante para todo o Brasil e, principalmente, para o bioma Caatinga. Entretanto, são poucos os estudos com enfoque principal para propagação dessa espécie, sendo os disponíveis correspondentes a levantamentos florísticos e etnobotânicos (PAULINO et al., 2009).

No que diz respeito à exploração agrícola do *C. leprosum*, assim como para a maioria das plantas medicinais, aromáticas e condimentares, as informações ainda são bastante escassas, sobretudo quanto às técnicas de produção (PRAVUSCHI et al., 2010).

Embora o cultivo de plantas medicinais tenha evoluído nos últimos anos, o número de espécies que se conhecem os meios de propagação ainda é restrito, dando-se preferência àquelas que têm estudos mais avançados nas áreas de química e farmacologia. Assim, a produção de mudas torna-se um dos maiores empecilhos quando se deseja o cultivo racional (MOREIRA et al., 2007). Dessa forma, estudos sobre a propagação e conservação de espécies vegetais são de grande importância, principalmente as que sofrem com a exploração irracional.

Dentre os fatores que limitam a propagação, principalmente no semiárido brasileiro, destaca-se a salinidade que afeta os solos em função da má distribuição de chuvas e a alta evapotranspiração. Com isso, conhecer a resistência de cada espécie em relação ao seu cultivo nessas condições, é fator primordial para a propagação e perpetuação das plantas.

A tolerância à salinidade é descrita como a habilidade de evitar que excessivas quantidades de sais provenientes do substrato alcancem o protoplasma e, também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento de sua concentração (LARCHER, 2000). Um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da germinação das sementes em substrato salino. A redução do poder germinativo, comparado ao controle, serve como indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade. Nesse método, a habilidade para germinar indica também a tolerância das plantas aos sais em estádios subsequentes do desenvolvimento (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Na literatura não há indicações de trabalhos relatando a influência de ambientes salinos para *C. leprosum*, nem mesmo para a família Combretaceae. Porém verificou-se pesquisas com outras espécies, como as de Lima e Torres (2009) com *Zizyphus joazeiro* Mart., Oliveira et al. (2010) com *Jatropha curcas* L., Betoni et al. (2011) com *Guazuma*

*ulmifolia* Lam., Nogueira et al. (2012) com *Delonix regia* (Bojer ex Hook. Raf.) e Leal et al. (2015) com *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. Esse sal não é o único a causar efeito negativo sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas, como pode-se verificar no trabalho de Ferreira et al. (2013) que avaliaram os efeitos do NaCl, cloreto de potássio (KCl) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) na germinação e vigor de *Cederela odorata* L. Pode-se constatar que cada espécie apresenta comportamento diferenciado ao ambiente salino, sinalizando qual apresenta maior ou menor tolerância a essas condições, o que potencializa a necessidade de se verificar o efeito dos sais em cada espécie individualmente.

Com base no exposto objetivou-se avaliar os efeitos do estresse salino na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *C. leprosum*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de *C. leprosum* foram obtidas de frutos maduros colhidos de diferentes matrizes no município de Mossoró, RN (5°12'14"S, 37°19'26"W e altitude aproximada de 23 m). De acordo com Köppen o clima local é BSw'h', seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO et al., 1991).

Após a colheita, os frutos foram colocados para secar à sombra e, em seguida, levados para o Laboratório de Análise de Sementes da UFERSA, onde foram abertos manualmente para retirada das sementes. Estas, foram acondicionadas em embalagens de vidro e armazenadas em ambiente controlado ( $10 \pm 2$  °C e 40% de umidade relativa do ambiente) durante todo o período experimental.

O experimento foi realizado em casa de vegetação (telado de 50% de luminosidade), entre os meses de agosto e setembro de 2015, utilizando-se bandejas de polipropileno com 128 células, contendo o substrato fibra de coco (pH = 5,4; condutividade elétrica (CE) = 1,8 dS m<sup>-1</sup>; capacidade de troca catiônica (CTC) = 92; relação C/N = 132; d = 70 g L<sup>-1</sup>; porosidade total = 95,6%; retenção de água = 538 mL L<sup>-1</sup>; capacidade de aeração = 45,5% e água facilmente assimilável = 19,8%.) umedecido com soluções aquosas de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) e cloreto de potássio (KCl), nas seguintes condutividades elétricas: 0,0 (controle); 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup> e realizadas as avaliações:

Emergência de plântulas – realizada através da contagem do número de plântulas emergidas ao final do 20º dia, sendo consideradas como emergidas aquelas em que os cotilédones se encontravam expostos na superfície do substrato.

Índice de velocidade de emergência - determinado mediante contagem diária do número de plântulas emergidas, no mesmo horário, do primeiro dia até a estabilização da emergência, o índice foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

Comprimento da raiz principal e Parte aérea - no final do teste de emergência, a raiz primária e o hipocótilo das plântulas normais de cada repetição foram medidos com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, sendo os resultados expressos em cm.

Massa seca da raiz e parte aérea - após as mensurações as raízes e o hipocótilo das plântulas normais foram acondicionados em sacos de papel do tipo Kraft e postos em estufa com circulação de ar forçada, a 65 °C até atingir peso constante. Em seguida, pesou-se em

balança analítica (0,001 g), sendo os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup> (NAKAGAWA, 1999).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 7 (três tipos de sais e sete níveis de condutividades elétricas), com quatro repetições de 25 sementes cada. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011). Para ajustar as curvas de regressão não linear e polinomial, usadas para estimar o desempenho das variáveis avaliadas em função das concentrações salinas, utilizou-se o software Sigmaplot<sup>®</sup>.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

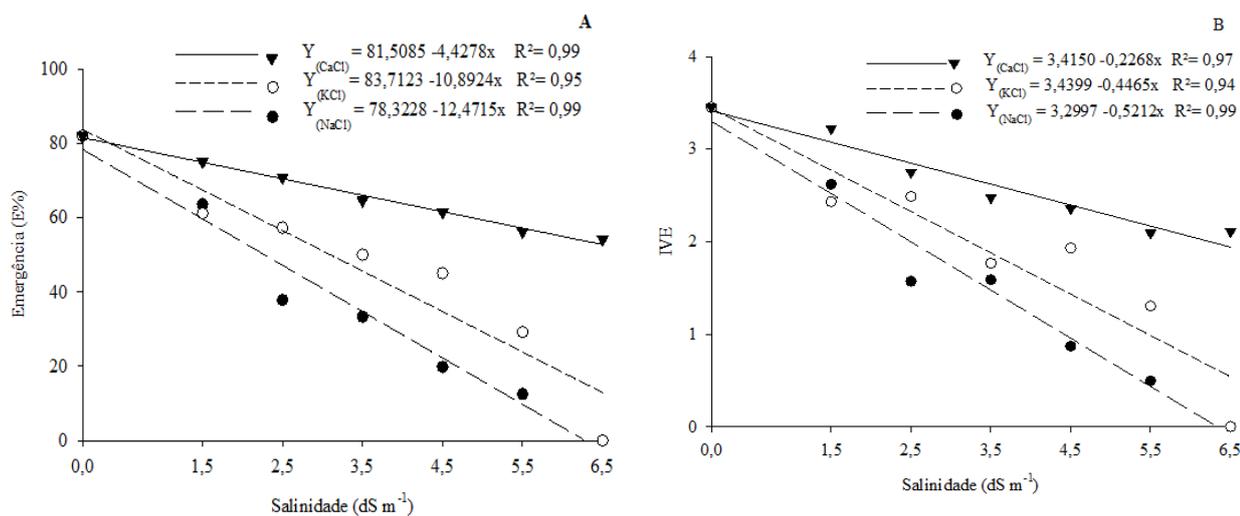
A emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *C. leprosum* apresentaram sensibilidade aos três tipos de sais estudados, bem como aos diferentes níveis de condutividade elétrica, com interação significativa entre os dois fatores a 1% para todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância para germinação e vigor de sementes de *C. leprosum*, em função de diferentes sais e condutividades elétricas na água de irrigação. Mossoró-RN. 2017.

QM							
F.V.	G.L.	E	IVE	MSPA	MSR	CPR	CPA
Sais	2	8365,39**	11,67**	0,00039**	0,00013**	19,91**	14,75**
C.E.	6	25,2295**	4,62**	0,00068**	0,000038**	13,14**	15,56**
Sais*C.E.	12	1617,49**	2,80**	0,00021**	0,000001**	7,28**	4,85**
C.V.(%)	-	16,98	19,27	50,25	24,69	21,59	21,67

FV – Fontes de variação; GL – Graus de liberdade; C.V.- Coeficiente de variação; CE – Condutividade elétrica; E – Emergência; IVE – Índice de velocidade de Emergência; MSPA – Massa seca da parte aérea; MSR – Massa seca da Raiz; CPR - Comprimento da raiz; CPA – Comprimento da parte aérea; \*\* - Significativo a 1% pelo teste F.

Pode-se destacar também que o cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) proporcionou menos agressividade às variáveis avaliadas. O NaCl resultou em efeito mais agressivo e o KCl com valores intermediários. Estes resultados discordam dos verificados por Ferreira et al. (2013) em *Cedrela odorata* L. que obtiveram resultados mais agressivos para as concentrações de  $\text{CaCl}_2$ . Sendo assim ressalta-se a necessidade de se verificar, separadamente, o efeito desses estresses para cada espécie, portanto não pode-se generalizar a tolerância ao estresse salino com base em resultados de espécies diferentes (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Emergência (A) e índice de velocidade de emergência (B), de plântulas de *C. leprosum* Mart., submetidas a três tipos de sais em diferentes níveis de salinidade. Mossoró-RN, 2017.

A porcentagem de emergência decresceu em função do aumento do nível de condutividade elétrica da solução, sinalizando os efeitos nocivos que os três tipos de sais ocasionam na semente. O CaCl<sub>2</sub> foi menos prejudicial às plântulas de *C. leprosum* que os outros dois sais (KCl e NaCl), ocasionando uma redução entre a maior e a menor condutividade elétrica de 80% para 60% de emergência de plântulas; enquanto o KCl e NaCl reduziram de 80 para menos de 20% e 0% na maior condutividade elétrica, respectivamente.

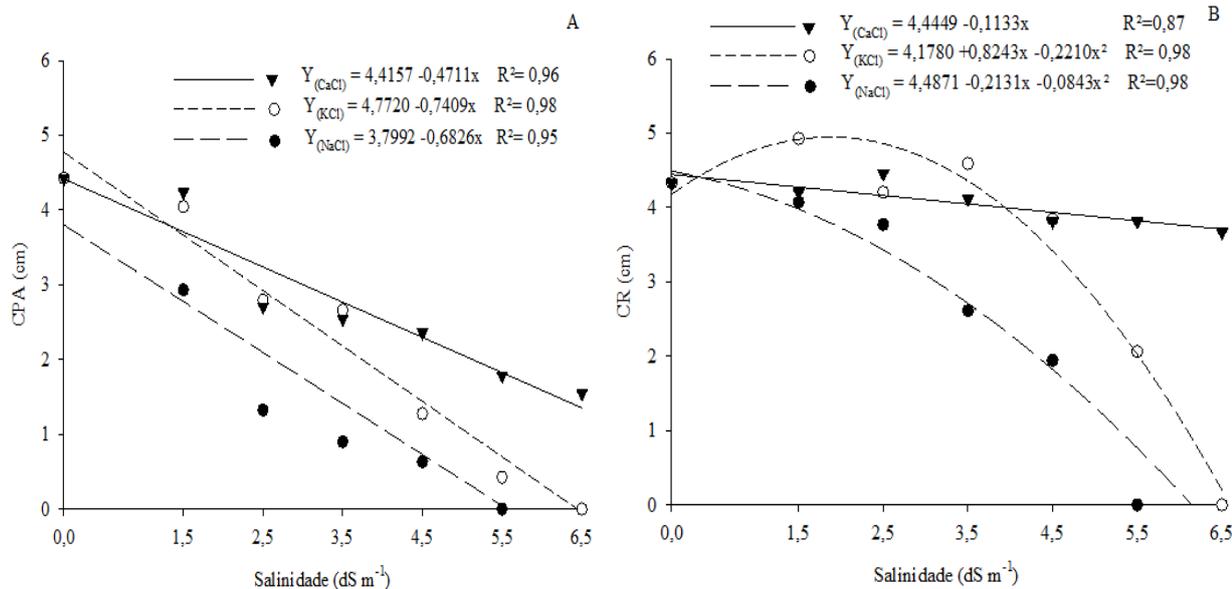
Estes resultados corroboram em parte com os obtidos por Ferreira et al. (2013), em que os três sais proporcionaram ação negativa na germinação e no vigor de *C. odorata*, contudo o CaCl<sub>2</sub> resultou em maior agressividade em relação ao KCl e NaCl, enfatizando que a ação negativa de ambientes salinos varia com a espécie e o tipo de sal. Estudos com estresse salino na germinação de sementes são mais comuns utilizando-se NaCl, mostrando efeito negativo deste sal tanto na emergência como no desenvolvimento inicial de plântulas, como podem ser verificados nos trabalhos de Leal et al. (2015) com *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth., com decréscimo na emergência de plântulas a partir de 1,5 dS m<sup>-1</sup>, Nogueira et al. (2012) com *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. com maior tolerância ao NaCl até a concentração de 4,5 dS m<sup>-1</sup>. Do mesmo modo, Freitas et al. (2010) verificaram em plântulas de *Caesalpinia ferrea* Mart. redução na porcentagem de emergência, sendo proporcional ao incremento dos níveis de salinidade na água de irrigação e com maior redução a partir da

concentração salina com NaCl de  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ . A porcentagem e a velocidade de germinação são inversamente proporcionais ao aumento da salinidade, variando apenas o limite máximo de tolerância, tanto para as espécies halófitas como para as glicófitas (FONSECA e PEREZ, 1999).

Essa diferença na porcentagem de emergência obtida quando as sementes foram germinadas sob níveis mais elevados de salinidade da água de irrigação, ocorre porque, ao absorver este tipo de água, as sementes também absorveram excesso de sais que, dissolvidos na solução salina, provocam toxidez e, conseqüentemente, distúrbios fisiológicos nas sementes, causando decréscimo no seu potencial germinativo, como é enfatizado por Ferreira (1997).

O índice de velocidade de emergência (IVE) teve comportamento semelhante ao da emergência de plântulas, decrescendo à medida que a condutividade elétrica aumentou, com os maiores valores para as soluções de  $\text{CaCl}_2$  e os menores para NaCl (Figura 1B). O IVE apresenta dados inteiramente ligados a velocidade de emergência, em que os maiores valores de IVE estão atribuídos a maior velocidade de emergência, característica desejável em campo (FERREIRA et al., 2013). Esta redução de acordo com o aumento da condutividade elétrica está atribuída ao aumento do nível da concentração de sal no substrato, provocado pelos sais dissolvidos na água de irrigação, o que reduz o potencial osmótico do substrato ocasionando decréscimo da absorção de água, comprometendo assim os seus processos fisiológicos e reduzindo a velocidade de emergência das plântulas.

Para o comprimento da parte aérea, a curva de regressão apresentou também decréscimo em relação ao incremento da condutividade elétrica com os maiores valores para as concentrações de  $\text{CaCl}_2$ , apresentando redução de 4,5 para 1,5 cm da maior para a menor condutividade elétrica. Para o NaCl os maiores valores de comprimento foram em torno de 3,8 cm reduzindo-se a 0 cm já na condutividade  $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ , tratamento em que houve germinação, mas as plântulas apresentaram-se anormais, o mesmo aconteceu para a solução de  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  de KCl (Gráfico 2).



**Gráfico 2.** Comprimento da parte aérea (A) e comprimento da raiz (B), de plântulas de *C. leprosum* Mart., submetidas a três tipos de sais em diferentes níveis de salinidade. Mossoró-RN, 2017.

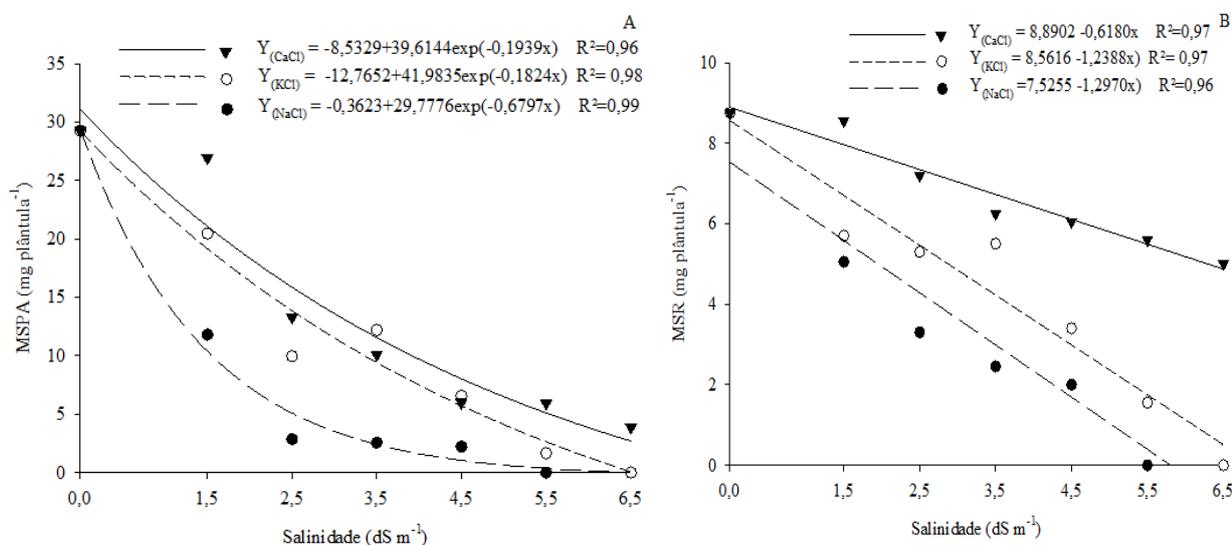
Em estudo realizado com *Caesalpinia ferrea* Benth., Freitas et al. (2010), verificaram que plântulas irrigadas com solução de NaCl (0,5 dS m<sup>-1</sup>) obtiveram em média 6,7 cm de altura, enquanto que no nível de 4,5 dS m<sup>-1</sup> resultaram em média de 5 cm de comprimento da parte aérea. Isso mostra a maior tolerância à salinidade apresentada por essa espécie, pois conseguiu manter maior altura de plântulas mesmo em soluções com alta salinidade, proporcionando uma redução de apenas 1,7 cm.

Mesmo com algumas espécies apresentando tolerância à salinidade (halófitas), é consenso entre os autores que as soluções salinas sempre vão causar redução, mesmo que seja mínima, em relação as plântulas irrigadas com água com baixa salinidade. Este fato foi constatado por Holanda et al. (2007) ao verificarem o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas de *Anadenanthera colubrina* (vell.) Brenan, *Myracrodon urundeuva* Fr. all, *Amburana cearenses* (Allemão) AC Smith e *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. trees submetidas a diversos níveis de salinidade da água de irrigação.

Para o comprimento de raiz nota-se reposta diferente em relação ao que aconteceu para a emergência de plântulas e o IVE. Verifica-se a estabilização do comprimento da raiz em torno de 4,5 cm para as soluções de CaCl<sub>2</sub> em todos os níveis avaliados. Nas plântulas irrigadas com soluções de KCl ocorreram incrementos na raiz sob a concentração de 1,5 dS

$m^{-1}$  em relação à testemunha, apresentando aumento de aproximadamente 0,5 cm e, para o NaCl, verificou-se desenvolvimento semelhante as demais variáveis, com o comprimento diminuindo de acordo com o aumento da condutividade elétrica. Esses resultados indicam que o *C. leprosum* é capaz de desenvolver normalmente o sistema radicular e aprofundar a raiz principal mesmo em solos salinizados com  $CaCl_2$ , e que, ainda, isso pode acontecer em solos com KCl até  $1,5 dS m^{-1}$ . Por outro lado, Leal et al. (2015) com *M. ophthalmocentra*, verificaram maior comprimento de raízes quando as plântulas foram irrigadas com solução salina contendo NaCl na concentração de  $2,5 dS m^{-1}$ .

Para o acúmulo de massa seca (raiz e parte aérea) houve diminuição gradativa e mais severa (parte aérea) que as outras variáveis, constatando novamente efeito menos severo das soluções de  $CaCl_2$ , evidenciando mais uma vez o efeito tóxico das soluções salinas em relação ao desenvolvimento inicial da plântula de *C. leprosum* (Gráfico 3). Da mesma forma, Oliveira et al. (2009) com plântulas de *Moringa oleifera* Lam., irrigadas com soluções salinas de NaCl entre 0 e  $5,0 dS m^{-1}$ , em ambiente de casa de vegetação, verificaram que os acúmulos de matéria seca nessas plântulas foram reduzidos e estatisticamente diferentes, quando o nível de salinidade da água de irrigação foi aumentado (Gráfico 3).



**Gráfico 3.** Massa seca da parte aérea (A) e massa seca da raiz (B), de plântulas de *C. leprosum* Mart. submetidas a três tipos de sais em diferentes níveis de salinidade. Mossoró-RN, 2017.

Entretanto, Nogueira et al. (2012), em trabalho semelhante, realizado com sementes de *D. regia* e com diferentes concentrações de soluções de NaCl variando entre zero e  $6,0 dS m^{-1}$

<sup>1</sup>, não verificaram efeito significativo até de 3,0 dS. m<sup>-1</sup>. Esses autores também constataram que o decréscimo no acúmulo de matéria seca ocorreu a partir da concentração de 4,5 dS m<sup>-1</sup> e que o menor valor para esta variável foi obtido sob o tratamento com solução de irrigação de 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

Semelhantemente Silva et al. (2005), em trabalho realizado com plântulas de *Cnidocolus phyllacanthus* (Müll. Arg.) Pax & L. Hoffm., irrigadas com soluções salinas com concentrações de NaCl entre 1,0 dS m<sup>-1</sup> e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, também obtiveram redução de 63,4% na massa seca da parte aérea dessas plântulas, quando foram irrigadas com soluções salinas com concentração entre o menor e o maior nível.

Em estudos realizados com plântulas de *M. oleifera*, Miranda et al. (2007) verificaram que, com o aumento gradativo da concentração de sal na solução de irrigação (0 a 150 mol m<sup>-1</sup>), houve decréscimo proporcional no acúmulo de massa seca das raízes dessas plântulas; e que, apesar do valor de salinidade do solo ser mais adequado para essa espécie na concentração de até 30 mol .m<sup>-1</sup>, a solução de irrigação com concentração de NaCl de 60 mol m<sup>-1</sup> não exerceu efeito tóxico ao sistema radicular, nem no desenvolvimento normal das plântulas. Fato constatado neste estudo em plântulas de *C. leprosum* quando submetidas à solução de CaCl<sub>2</sub> a 1,5 dS m<sup>-1</sup>.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as variáveis apresentam diminuição gradativa em função do aumento dos níveis de condutividade elétrica, com o comprimento de raiz apresentando moderada tolerância aos sais CaCl e KCl.

As plântulas de *C. leprosum* apresentam sensibilidade aos três tipos de sais, com moderada tolerância para as soluções salinas de CaCl<sub>2</sub> e alta sensibilidade a KCl e NaCl, podendo esta espécie ser classificada como halófito.

## REFERÊNCIAS

- BETONI, R.; SCALON, S. P. Q. E; MUSSURY, R. M. Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes de mutambo (*Guazuma ulmifolia* lam.) (sterculiaceae). **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.605-616, 2011.
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Mossoró: ESAM, 1991. 121p. (Coleção Mossoroense, série C, 30).
- FERREIRA, D. O. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, E. G. B. S. et al. Processo germinativo e vigor de sementes de *Cedrela odorata* L. sob estresse salino. **Ciência Florestal**, v.23, n.1, p.99-105, 2013.
- FERREIRA, P. A. Aspectos físico-químicos do solo. In: Gheyi, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. F. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.37-67.
- FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeito de sais e da temperatura na germinação de sementes de olho-de-dragão (*Anadenanthera pavonina* L. - FABACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.70-77, 1999.
- FREITAS, R. M. O. et al. Efeito da irrigação com água salina na emergência e crescimento inicial de plântulas de jucá. **Revista Caatinga**, v.23, n.3, p.54-58, 2010.
- HOLANDA, A. C. et al. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n.1, p.39-50, 2007.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Trad. de C. H. B. A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- LEAL, C. C. P. et al. Emergence and early development of seedlings of *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. irrigated with brackish water. **Bioscience Journal**, v.31, n.3, p.759-766, 2015.

- LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.93-99, 2009.
- LOIOLA, M. I. B. et al. Flora da Paraíba, Brasil: Combretaceae. **Acta Botânica Brasílica**, v.23, n.2, p.330-342, 2009.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MAYER, A. C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The Germination of Seeds**. London: Pergamon Press, 1989. 270p.
- MIRANDA, J. R. P. et al. Produção de massa seca e acúmulo de nutrientes por plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) cultivadas em solução nutritiva com diferentes níveis de NaCl. **Revista de Ciências Agrárias**, n.47, p.187-198, 2007.
- MOREIRA, F. J. C. et al. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Luffa cylindrica* Roemer. **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, n.2, p.233-238, 2007.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.21-24.
- NOGUEIRA, N. W. et al. Efeito da salinidade na emergência e crescimento inicial de plântulas de flamboyant. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.3, p.466-472, 2012.
- OLIVEIRA, F. R. A. et al. Emergência de plântulas de moringa irrigada com água de diferentes níveis de salinidade. **Bioscience Journal**, v.25, n.5, p.66-74, 2009.
- OLIVEIRA, I. R. S. et al. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, v.23, n.4, p.40-45, 2010.
- PRAVUSCHI, P. R. et al. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.4, p.687-693, 2010.

SILVA, M. B. R. *et al.* Crescimento de plantas jovens da espécie florestal favela (*Cnidoscopus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm) em diferentes níveis de salinidade da água. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, n.2, p.1-13, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. PortoAlegre: Ed Artmed, 2013. 918 p.

## CAPÍTULO 4

# ESTRESSE HÍDRICO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE MOFUMBO (*Combretum leprosum* Mart.) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TEMPERATURAS

### RESUMO

*Combretum leprosum* Mart., conhecido popularmente por mofumbo, é utilizado para fins medicinais e apicultura, como também na recuperação de áreas degradadas. Objetivou-se avaliar o efeito do estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de *C. leprosum* em função de diferentes temperaturas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x4, com quatro repetições de 25 sementes, sendo os tratamentos constituídos pelos potenciais osmóticos de 0,0; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4; e -0,5 Mpa nas temperaturas de 25, 30, 35 e alternada de 20-30 °C. As avaliações foram as seguintes: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea. Com isso verificou-se que o *C. leprosum* apresenta alta sensibilidade a baixos potenciais osmóticos, apresentando decréscimo mais acentuado a partir do potencial de -0,2 MPa para todas as temperaturas avaliadas. O potencial a partir de -0,4 MPa sob 25 e 35 °C constituiu-se como limite máximo de tolerância, acentuando o efeito do estresse hídrico para todas as variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** Combretaceae. Potencial osmótico. PEG 6000. Deficit hídrico

**WATER STRESS ON GERMINATION AND VIGOR OF MOFUMBO  
SEEDS (*Combretum leprosum* Mart.) IN FUNCTION OF DIFFERENT  
TEMPERATURES**

**ABSTRACT**

*Combretum leprosum* Mart., popularly known as mofumbo, is used for medicinal and beekeeping purposes, and for the recovery of degraded areas. The objective of this study was to evaluate the effect of water stress on the germination and vigor of *C. leprosum* seeds as a function of different temperatures. The experimental design was the completely randomized in a 6x4 factorial scheme, with four replicates of 25 seeds, the treatments being osmotic potentials of 0.0; -0.1; -0.2; -0.3; -0.4; And -0.5 MPa at temperatures of 25, 30, 35 and alternating at 20-30°C. The evaluations were as follows: germination, germination speed index, root length, shoot length, root dry mass and dry shoot mass. With this, it was verified that *C. leprosum* presents high sensitivity to Low osmotic potential, showing a steeper decrease from the potential of -0.2 MPa for all the evaluated temperatures. The potential from -0.4 MPa at 25 and 35 ° C was the maximum tolerance limit, accentuating the effect of water stress for all variables analyzed.

**Keywords:** Combretaceae. Osmotic potential. PEG 6000.

## 1 INTRODUÇÃO

O *Combretum leprosum* Mart., conhecido como mofumbo, é uma espécie melífera encontrada nos estados do norte e nordeste do Brasil e também no Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (CHAVES et al., 2007). Essa espécie é utilizada tradicionalmente com fins medicinais como cicatrizante, na prevenção de irritações cutâneas, limpeza de feridas, contenção de hemorragias, sedativo (PIETROVSKI et al., 2008), antitussígeno e expectorante (AGRA et al., 2007).

Além disso, tem sido apontada pelo Projeto Plantas para o Futuro como prioritária para pesquisa, por seu importante uso na medicina popular, apicultura (PAREYN, 2010) e pela sua importância como forrageira, medicinal, apícola e para a recuperação de áreas degradadas (MAIA, 2012). A importância química e farmacológica de algumas espécies nativas faz com que estas tenham estudos mais avançados sobre técnicas de produção, mas o número de espécies que se conhece meios eficazes sobre o tema ainda é escasso (PRAVUSCHI et al., 2010). Assim a produção de mudas torna-se um dos maiores empecilhos quando se deseja um cultivo racional (MOREIRA et al., 2007).

Dentre os fatores limitantes à germinação de sementes, e consequentemente, o sucesso de plântulas em campo, a disponibilidade hídrica é um dos mais comuns, principalmente, em regiões semiáridas. A influência desses fatores vem sendo bastante estudada, Com destaque sobre a germinação e desenvolvimento das plantas, objetivando identificar a tolerância de cada espécie a essas condições (MOURA et al., 2011).

O efeito do estresse hídrico sobre sementes e plântulas, depende da qualidade inicial da semente, do tipo de soluto utilizado e da temperatura a qual a semente está exposta (MORAES e MENEZES, 2003). A variação de temperatura influencia de forma diferente nas características de germinação, proporcionando maiores valores de percentagem e velocidade da mesma, em temperaturas mais elevadas (GUEDES et al., 2013), por outro lado tendem a acentuar o efeito do déficit hídrico de acordo com a diminuição do potencial osmótico. Martins et al. (2008) mencionam que para espécies das florestais subtropicais e tropicais brasileiras a temperatura ótima de germinação situa-se entre 20 e 30 °C.

Neste sentido, alguns trabalhos têm sido conduzidos utilizando soluções com diferentes potenciais osmóticos para umedecer o substrato, simulando condições de baixa disponibilidade de água no solo (ÁVILA et al., 2007), com destaque para o uso do

polietilenoglicol PEG 6000 que é um agente osmótico, quimicamente inerte, atóxico, de difícil absorção, simulando, desta forma a seca (MORAES e MENEZES, 2003).

São escassos os trabalhos com estresse hídrico para espécies da família Combretaceae, destacam-se estudos com outras espécies nativas e exóticas, adaptadas a região semiárida, tais como Pereira e Lopes (2011) em sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), Moura et al. (2011) com sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), Antunes et al. (2011) em catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), Pelegrini et al. (2013) com corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.), Mota et al. (2013) com angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.), Guedes et al. (2013) com pente-de-macaco (*Apeiba tibourbou* Aubl.), Azerêdo et al. (2016) com angico-de-bezerro (*Piptadenia moniliformis* Benth.) e Silva et al. (2016) com *Chorisia glaziovii* O. Kuntze.

Assim objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito do estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de *C. leprosum* em função de diferentes temperaturas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de mofumbo foram obtidas de frutos maduros colhidos de diferentes matrizes no município de Mossoró - RN, situado nas seguintes coordenadas: latitude 5°12'14"S e longitude de 37°19'26"W Gr, com altitude aproximada de 23 m. De acordo com Köppen o clima local é BSw<sup>h</sup>, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO et al., 1991).

Os frutos foram colocados para secar à sombra por 72 horas e, em seguida, levados para o Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), onde foram abertos manualmente para retirada das sementes. Estas foram acondicionadas em embalagens de vidro e armazenadas em câmara fria (temperatura de 10 ± 2 °C e umidade do ar de 50% UR.) durante todo o período experimental.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x6 (4 temperaturas x 6 potenciais osmóticos), com quatro repetições de 25 sementes cada.

O substrato utilizado foi o rolo de papel (germitest®), umedecido com soluções de polietileno glicol (PEG 6000), nos seguintes níveis de potencial osmótico: 0,0; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4; e -0,5 MPa, de acordo com a tabela de Villela et al. (1991), e colocadas em câmara B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) nas temperaturas de 25, 30, 35 e 20-30 °C.

Foram realizadas as seguintes avaliações:

**Porcentagem de germinação:** Realizada ao final do décimo sétimo dia (GONÇALVES et al., 2011), utilizando-se como critério a emergência plântulas normais, de acordo com as Regras de Análises de sementes (RAS) (Brasil, 2009).

**Índice de velocidade de germinação:** Determinado mediante contagem diária do número de sementes germinadas, no mesmo horário, do primeiro dia até a estabilização da germinação, calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

**Comprimento da raiz principal e parte aérea:** No final do teste de germinação, a raiz primária e o hipocótilo das plântulas normais de cada repetição foram mensurados com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>.

**Massa seca da raiz e parte aérea:** Ao final do teste de germinação, as raízes e o hipocótilo das plântulas normais foram fracionados e acondicionados em sacos de papel do tipo Kraft e postos em estufa com circulação de ar forçada, regulada a 65 °C até atingir peso

constante, em seguida pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup>.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade, em caso de significância, para os dados qualitativos foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Para os dados quantitativos foram utilizadas regressões geradas utilizando-se o software Sigmaplot<sup>®</sup> 11.0. Na escolha do modelo, levou-se em conta a explicação biológica e a significância do quadrado médio da regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

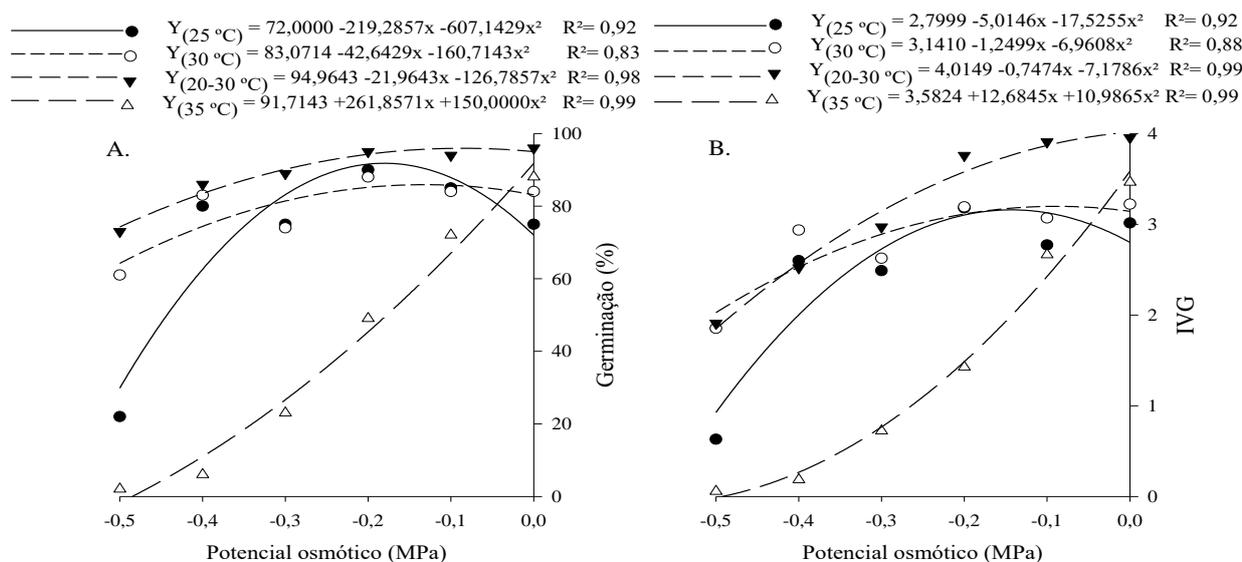
A germinação e o vigor de sementes de *C. leprosum* apresentaram sensibilidade ao decréscimo do potencial osmótico do substrato, bem como para as temperaturas estudadas com interação significativa entre os dois fatores a 1% para todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância das variáveis avaliadas na germinação e vigor de sementes de *Combretum leprosum* Mart., em função do potencial osmóticos e diferentes temperaturas. Mossoró-RN, 2017.

F.V.	G.L.	QM					
		G	IVG	MSPA	MSR	CPR	CPA
Potenciais	2	10630,4**	16,38**	0,00002**	0,00001**	5,58**	8,99**
Temperaturas	6	1634,00**	3,39**	0,00005**	0,00001**	20,98**	11,36**
Pot. x temp.	12	999,20**	1,61**	0,00005**	0,00002**	43,55**	29,41**
C.V.(%)	-	13,46	14,60	30,32	39,71	35,26	29,31

FV – Fontes de variação; GL – Graus de liberdade; C.V.- Coeficiente de variação; G – Germinação; IVG – Índice de velocidade de germinação; MSPA – Massa seca da parte aérea; MSR – Massa seca da Raiz; CPR - Comprimento da raiz; CPA – Comprimento da parte aérea; \*\* - Significativo a 1% pelo teste F.

A porcentagem de germinação decresceu em função da diminuição do potencial osmótico independentemente da temperatura avaliada, sinalizando os efeitos nocivos que a baixa disponibilidade de água causa a semente. Contudo pode-se observar maior tolerância da espécie na temperatura alternada 20-30°C, na qual observou-se germinação média de 80%, mesmo no menor potencial osmótico estudado (-0,5 MPa) (Gráfico 1A).



**Gráfico 1.** Germinação (A) e índice de velocidade de germinação (B), de sementes de *Combretum leprosum* Mart. (Mofumbo), submetidas a diferentes potenciais osmóticos em diferentes temperaturas. Mossoró-RN. 2017.

Na temperatura de 30 °C observa-se um efeito semelhante a temperatura alternada de 20-30 °C, mas com valores médios menores que esta, onde a porcentagem de germinação de 85% na testemunha, caiu para 70% no potencial osmótico de -0,5 MPa. Nas temperaturas de 25 e 35 °C verificou-se queda mais acentuada na porcentagem de germinação, chegando a 25% e a nulidade respectivamente, no menor potencial osmótico.

Esse efeito negativo sobre a germinação é atrelado à baixa disponibilidade hídrica e consequente declínio na absorção de água em função do menor potencial osmótico da solução (BRACCINI et al., 1998), o que é acentuado em temperaturas maiores que 30 °C partir de -0,4 MPa. Além dos efeitos observados, as altas temperaturas podem levar à dormência térmica ou até mesmo a perda da viabilidade das sementes através do estresse térmico (VIDAVER e HSIAO, 1975).

O mesmo efeito foi observado por Moura et al. (2011) trabalhando com sementes de *M. caesalpinifolia*, em que também verificaram um decréscimo na porcentagem de germinação em função da diminuição do potencial osmótico da solução utilizada. Vale salientar que para esta espécie os autores observaram germinação nula no potencial de -0,5 MPa na temperatura de 30 °C, o que difere do presente trabalho onde a germinação nesta temperatura foi em torno de 70% no mesmo potencial. Isso demonstra a necessidade de se estudar cada espécie individualmente e a respostas destas para diferentes temperaturas, a fim de encontrar uma faixa de tolerância de cada espécie, como enfatizado por Marcos-Filho (2015) o qual salienta

que a intensidade da resposta germinativa ao estresse hídrico é variável entre sementes de diferentes espécies.

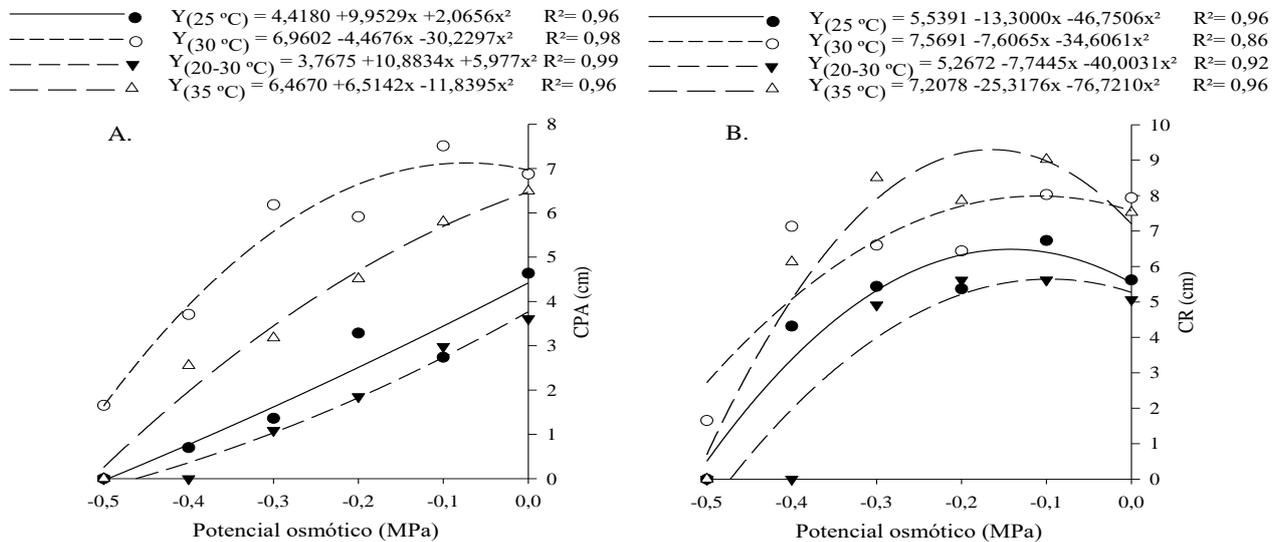
De forma semelhante Pelegrini et al. (2013) verificaram o efeito inibitório de soluções de PEG 6000 a partir de -0,4 MPa em sementes de *E. falcata*, observando também que a espécie tem tolerância máxima até -0,2 MPa. Braga et al. (2008) constataram uma redução no percentual de germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber) ex. Ducke, em potencias de -0,1 a -0,5 MPa de PEG 6000 diferindo do controle. Guedes et al. (2013) em estudo com sementes de *A. tiburou*, verificaram que a faixa de tolerância desta espécie é entre -0,4 e -0,6 MPa de potencial osmótico na água de irrigação, nas temperaturas de 25 e 30 °C. Semelhantemente, Silva et al. (2016) observou que a diminuição dos potenciais osmóticos a partir de -0,2 MPa afeta negativamente a germinação e o vigor das sementes de *Chorisia glaziovii*, principalmente na temperatura de 20°C.

Os valores do índice de velocidade de germinação (IVG) se mostraram semelhante a germinação, com decréscimo a partir do potencial de -0,1 MPa, para todas as temperaturas avaliadas, com exceção da de 25 °C que apresentou leve aumento, com os maiores valores para as temperaturas alternada de 20-30 °C e a constante de 30 °C (Gráfico 1B). A redução do potencial osmótico do substrato reduziu expressivamente a velocidade de germinação das sementes de *Jatropha curcas* L., bem como o desempenho das plântulas (PEREIRA e LOPES, 2011). Os potenciais hídricos mais negativos reduzem a embebição de água pelas sementes e podem inviabilizar a sequência de eventos do processo germinativo, atuando na redução da velocidade e porcentagem de germinação, sendo que cada espécie exige um valor de potencial hídrico abaixo do qual a germinação não ocorre (STEFANELLO et al., 2008).

A redução deste índice está relacionada ao atraso na fase III da germinação, onde há necessidade de uma grande quantidade de água para que haja a protrusão da radícula, com o decréscimo da absorção de água, em função da diminuição do potencial osmótico, há um comprometimento dos processos fisiológicos, reduzindo a velocidade de germinação das sementes (MOURA et al., 2011). Similarmente, Azerêdo et al., (2016) enfatizam que para a ocorrência do processo germinativo é necessário energia advinda da respiração, se esta é baixa, não haverá energia suficiente para desencadear o processo germinativo, o que se torna mais visível em temperaturas elevadas, que ocasiona um estresse térmico na semente. Na maioria dos casos, o estresse térmico retarda o desenvolvimento do processo germinativo, podendo suprimi-lo em sementes quiescentes ou para as que já haviam iniciado sua germinação (POLLOCK e ROSS, 1972).

Resultados semelhantes foram encontrados em sementes de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud por Farias et al. (2009), que também usando o PEG-6000 como agente osmótico, observaram redução de 50% do IVG quando o potencial osmótico foi de 0 MPa para -0,5 MPa. Para várias outras espécies também foram observadas reduções no percentual de germinação e na velocidade da mesma, em graus variados, como é o caso de *Ateleia glazioviana* Baill. (ROSA et al., 2005), *Plantago ovata* Forsk (SOUSA et al., 2008), e *Anadenanthera colubrina* (Velloso) ex. Brenan (REGO et al., 2007).

Para o comprimento de plântulas (raiz e parte aérea), houve decréscimo de acordo com a diminuição do potencial osmótico da solução (Gráficos 2A e 2B). Contudo, pode-se observar uma resposta diferente destas variáveis para nas diferentes temperaturas, na qual observar-se médias maiores à 30 °C. Plântulas de *C. glaziovii* oriundas das sementes submetidas à temperatura de 30°C expressaram os maiores comprimentos de parte aérea, observando-se redução à medida que a disponibilidade de água foi restringida em todas as temperaturas testadas (Silva et al., 2016). Esses resultados corroboram com os verificados por Guedes et al. (2013) com sementes de *A. tibourbou*, sendo que constatou-se maiores comprimentos de plântulas à 30 °C.

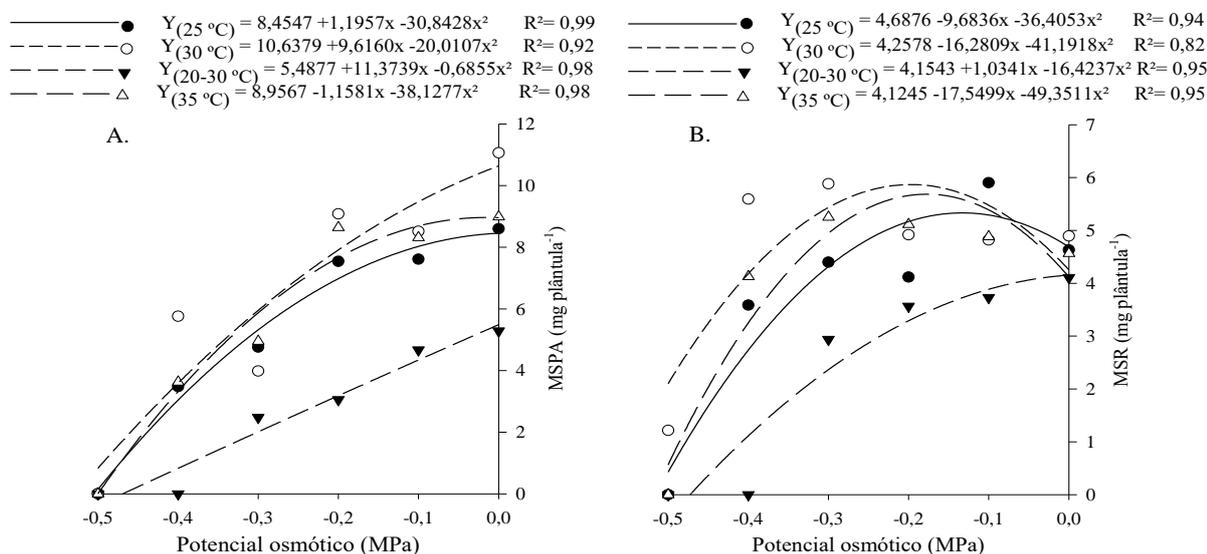


**Gráfico 2.** Comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR), de plântulas de *Combretum leprosum* Mart. (Mofumbo), submetidas a diferentes potenciais osmóticos em diferentes temperaturas. Mossoró-RN. 2017.

Vale salientar que analisando isoladamente, o comprimento da raiz mostra um efeito peculiar que é o leve aumento do comprimento até o potencial de -0,2 MPa em todas as

temperaturas. Isto é resposta da planta ao ambiente com baixa disponibilidade de água, onde há um maior investimento em comprimento de raiz com objetivo de buscar água numa profundidade maior, ou seja, adaptação da espécie às condições de estresse hídrico, mostrando também o limite máximo de tolerância da mesma a este potencial. Esse efeito é evidenciado por Al-karaki et al. (2007) os quais afirmam que as plantas que crescem sob condições de estresse hídrico tem a habilidade de desenvolver um sistema radicular eficiente assim que a germinação ocorra, visando assegurar um fornecimento de água contínuo para atender à transpiração e ao seu crescimento. Esse efeito não foi verificado por Silva et al. (2016) em *C. glaziovii*, que para todas as temperaturas testadas verificou-se diminuição no comprimento radicular à medida que os potenciais osmóticos se tornaram mais negativos.

A curva de acúmulo de massa seca (raiz e parte aérea) seguiu o comportamento da curva de comprimento, com valores superiores à 30 °C, e com valores inferiores às demais temperaturas, na temperatura alternada de 20-30 °C. Pode-se observar o efeito mais severo na massa seca da parte aérea (Gráfico 3A), em que o decréscimo ocorre já a partir do 0,0 MPa para todas as temperaturas, já massa seca da raiz (Gráfico 3B) é notável um incremento de massa seca até o potencial de -0,2 MPa, mostrando o efeito do estresse sobre a planta e sua adaptação a ele, dando uma maior importância à raiz fazendo com que tenha uma melhor absorção de água.



**Gráfico 3.** Massa seca da parte aérea (A) e massa seca da raiz (B) de plântulas de *Combretum leprosum* Mart. (Mofumbo), submetidas a diferentes potenciais osmóticos em diferentes temperaturas. Mossoró-RN. 2017.

Em sementes *Foeniculum vulgare* Mill. a diminuição do potencial osmótico também promoveu reduções significativas na massa seca das plântulas (STEFANELLO et al., 2006). A redução da massa seca de plântulas em função da restrição hídrica se dá devido à demanda dos processos fisiológicos e biológicos ou pela dificuldade de hidrólise e a mobilização das reservas armazenadas nas sementes (BEWLEY e BLACK, 2012). Silva et al. (2016) verificaram que os resultados obtidos para as temperaturas de 20 e 30°C evidenciam que o estresse térmico produzido por baixa ou alta temperatura afeta negativamente o conteúdo de massa seca radicular no estágio inicial de desenvolvimento de plântulas de *C. glaziovii*.

Os resultados aqui apresentados enfatizam a necessidade de mais estudos em relação ao efeito do estresse hídrico na germinação de sementes, salientando a importância do estudo individual a fim de determinar o potencial osmótico a partir de qual a geminação é inibida, pois para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo ou na água abaixo do qual a germinação não ocorre (AZERÊDO et al., 2016).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A germinação e desenvolvimento inicial de sementes de *C. leprosum* apresenta alta sensibilidade a baixos potenciais osmóticos, mostrando decréscimo mais acentuados a partir do potencial de -0,2 MPa em todas as temperaturas avaliadas, e com limite de tolerância máximo partir de -0,4 MPa.

As temperaturas de 25 e 35°C acentuam o efeito negativo do baixo potencial osmótico do substrato para porcentagem de germinação e IVG, para massa seca da raiz comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e massa seca da parte aérea a temperatura de 20-30 °C foi mais severa.

## REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F. et al. Medicinal and poisonous diversity of the flora of "Cariri Paraibano", Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.111, p.383-95, 2007.
- ANTUNES, C. G. C. et al. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira) submetidas a deficiência hídrica. **Revista Árvore**, v.35, n.5, p.1007-1015, 2011.
- ÁVILA, M. R. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.98-106, 2007.
- AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, v.26, n.1, p. 193-202, 2016.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. 2012. **Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination**. Viability, Dormancy, and Environmental Control, vol.2. Springer Science Bussiness Media, Berlin, Germany.
- BRACCINI, A. L. et al. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.1, p.10-16, 1996.
- BRAGA, L. F. et al. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, v.36, n.78, p.157-163, 2008.
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró**: um município do semi-árido nordestino. Mossoró: ESAM, 1991, 121p. (Coleção Mossoroense, série C, 30).
- CHAVES, E. M. F.; BARROS, R. F. M.; ARAÚJO, F. S. Flora Apícola do Carrasco no Município de Cocal, Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.1, p.555-557, 2007.
- FARIAS, S. G. G. et al. Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes de gliricídia [*Gliricidia sepium* (JACQ.) STEUD]. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.152-157, 2009.

- FERREIRA, D. O. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, E. G. B. S. et al. Processo germinativo e vigor de sementes de *Cedrela odorata* L. sob estresse salino. **Ciência Florestal**, v.23, n.1, p.99-105, 2013.
- GUEDES, R. S. et al. 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.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza, CE: PRINTCOLOR GRÁFICA E EDITORA, 2012. 413 p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. FEALQ: Piracicaba, 2015. 495p.
- MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae)). **Revista Árvore**, v.32, n.4, p.633-639, 2008.
- MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.219-226, 2003.
- MOREIRA, F. J. C. et al. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Luffa cylindrica* Roemer. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.233-238, 2007.
- MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v.15, n.4, p.655-663, 2013.
- MOURA, M. R. et al. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.2, p.230-235, 2011.

PAREYN, F. G. C. A importância da produção não-madeireira na caatinga. p. 131-144. In: GARIGLIO, M. A. et al. (orgs.) **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368p.

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

PEREIRA, M.D.; LOPES, J. C. Germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão manso sob condições de estresse hídrico simulado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.1837-1842, 2011.

PIETROVSKI, E. F. et al. Topical anti-inflammatory activity of *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) leaves. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.60, p.479-487, 2008.

POLLOCK, B.M.; ROSS, E.E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKY, T.T., (Ed). **Seed Biology**. New York: Academic Press, 1972. p.313-387.

PRAVUSCHI, P. R. et al. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.4, p.687-693, 2010.

REGO, S. S. et al. Influência de potenciais osmóticos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) ex. Brenan (Angico-branco) - Mimosaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p.549-551, Supl. 2, 2007.

ROSA, L. S. et al. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Cerne**, v.11, n.3, p.306-314, 2005.

SILVA, M. L. M. et al. Germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v.26, n.3, p.999-1007, 2016.

SOUSA, M. P. et al. Estresses hídrico e salino no processo germinativo das sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae). **Revista Árvore**, v.32, n.1, p.33-38, 2008.

STEFANELLO, R. et al. Efeito do estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis (*Pimpinella anisum* L.), funcho (*Foeniculum vulgare* Miller) e endro (*Anethum graveolens* L.) **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, , v.10, n.2, p.68-74, 2008.

STEFANELLO, R. et al. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p. 135-141, 2006.

VIDAVER, W.; HSIAO, A. I. **Secondary dormancy in light sensitive lettuce seeds incubated anaerobically or at elevated temperature**. *Canadian of Botany*, , v. 53, p.2557-2560, 1975.

VILLELA, F.A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.

## CAPÍTULO 5

### DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE MOFUMBO (*Combretum leprosum* Mart.) SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

#### RESUMO

O mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) é uma espécie relevante não só para o bioma Caatinga, mas também para outros biomas brasileiros. Entretanto são poucos os trabalhos com enfoque principal para essa espécie, sendo os disponíveis correspondentes a levantamentos florísticos e etnobotânicos. Objetivou-se verificar a tolerância de mudas de *C. leprosum* ao estresse hídrico em função da capacidade retenção de água no substrato. O experimento foi conduzido em ambiente de casa de vegetação, sendo a semeadura realizada em sacos plásticos contendo solo + esterco (3:1). O delineamento experimental foi em blocos casualizados sendo 4 blocos com 12 mudas, cujos tratamentos foram 20, 40, 60, 80 e 100% de capacidade de retenção de água do substrato, cujos regimes hídricos efetivados aos 40 dias após a semeadura. Diariamente as mudas foram pesadas e em seguida irrigadas para repor a quantidade de água perdida através da evapotranspiração. Ao final dos 90 dias após a semeadura DAS, analisou-se as variáveis: altura de plântulas, diâmetro do colo, comprimento da raiz, índice de qualidade de Dickson, massa seca da raiz, caule, folhas e total de plântulas e área foliar. A capacidade de retenção de água do substrato em torno de 60% e 80% mostrou-se mais eficiente para a produção de mudas de *C. leprosum*. O uso da capacidade de retenção de água do substrato abaixo de 40% e acima de 80% reduz de forma significativa o potencial de desenvolvimento das plantas de *C. leprosum*.

**Palavras-chave:** Combretaceae. Estresse hídrico. Caatinga.

**INITIAL DEVELOPMENT OF MOFUMBO LEAVES (*Combretum leprosum* Mart.)  
SUBMITTED TO DIFFERENT WATER SYSTEMS**

**ABSTRACT**

The Mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) Is a relevant species not only for the Caatinga biome, but also for other Brazilian biomes. However, there are few studies with a main focus for this species, being those available corresponding to floristic and ethnobotanical surveys. The objective was to verify the tolerance of *C. leprosum* seedlings to water stress as a function of the water retention capacity in the substrate. The experiment was conducted in a greenhouse environment, with the sowing done in plastic bags containing soil + manure (3:1). The experimental design was a randomized block design, with four blocks with 12 seedlings, whose treatments were 20, 40, 60, 80 and 100% water retention capacity of the substrate, whose water regimes were applied 40 days after sowing. On a daily basis, the seedlings were weighed and then irrigated to replenish the amount of water lost through evapotranspiration. At the end of the 90 days after sowing DAS, the following variables were analyzed: seedling height, neck diameter, root length, Dickson quality index, root dry mass, stem, leaves and total seedlings and leaf area. The water retention capacity of the substrate around 60% and 80% proved to be more efficient for the production of *C. leprosum* seedlings. The use of substrate water retention capacity below 40% and above 80% significantly reduces the development potential of *C. leprosum* plants.

**Key words:** Combretaceae. Hydrical stress. Caatinga.

## 1 INTRODUÇÃO

O mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) é uma espécie neotropical com distribuição exclusiva na América do Sul, com registros para a Bolívia, Paraguai e Brasil (LOIOLA, 2009). No Brasil esta espécie é encontrada na Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado e Pantanal, nos seguintes estados: Pará, Amazonas, Tocantins (região Norte); Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia (Nordeste); Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul (Centro-Oeste) e em Minas Gerais (Sudeste) (LORENZI, 2008; MARQUETE; VALETE, 2010).

*C. leprosum* é uma espécie relevante não só para o bioma Caatinga, mas também para outros biomas brasileiros. Entretanto são poucos os trabalhos com enfoque principal para essa espécie, sendo os disponíveis correspondentes a levantamentos florísticos e etnobotânicos (PAULINO, 2011). Apontada pelo Projeto Plantas para o Futuro como espécie prioritária para pesquisa, *C. leprosum* tem sua utilização voltada para a medicina popular e apicultura (PAREYN, 2010); é extremamente importante como forrageira e para a recuperação de áreas degradadas, principalmente em matas ciliares (MAIA, 2012).

No que diz respeito à exploração agrícola do mofumbo, assim como o da maioria das plantas medicinais, aromáticas e condimentares, as informações ainda são bastante escassas, sobretudo quanto às técnicas de produção (PRAVUSCHI et al., 2010). Com o aumento do extrativismo vegetal, a demanda e a pressão sobre determinadas espécies têm crescido aceleradamente, podendo levar à eliminação de indivíduos e populações, uma vez que a extração de todas as partes dessas plantas, muitas vezes, é realizada sem a devida preocupação com a manutenção ou reposições dos estoques naturais (MING et al., 2003).

Embora o cultivo de plantas medicinais tenha evoluído bastante nos últimos anos, o número de espécies que se conhecem os meios de propagação, ainda é restrito, dando-se preferência àquelas que têm estudos mais avançados nas áreas de química e farmacologia. Assim a produção de mudas torna-se um dos maiores empecilhos quando se deseja estabelecer o cultivo racional (MOREIRA et al., 2007). Dessa forma, faz-se de grande importância estudos sobre a propagação e conservação desses materiais.

Diversos fatores influenciam no crescimento das plantas, dentre estes pode-se citar a disponibilidade de nutrientes, luz e água (ANDRADE et al., 1999). A ausência deste último é o fator que condiciona a vegetação da Caatinga, pois o déficit hídrico durante grande parte do ano faz com que a fisionomia e a flora variem grandemente, tornando-se essencial a avaliação

dos efeitos desses fatores na fisiologia do crescimento das espécies de importância econômica e ecológica (CABRAL et al., 2004).

Os efeitos da seca sobre o desenvolvimento dos vegetais dependem da intensidade, da duração do estresse e da fenologia e genética da planta, podendo provocar diversas alterações morfofisiológicas, como diminuição da turgescência e redução no tamanho das folhas, desenvolvimento de um sistema radicular mais profundo e fechamento dos estômatos nos horários mais quentes do dia (PIMENTEL, 2004). Com isso, há necessidade de estudos avaliando o desenvolvimento de plantas jovens sob baixa disponibilidade hídrica no solo.

Em estudos realizados por Silva et al., (2008), verificou-se que plantas jovens de aroeira crescem melhor em ambiente com suprimento hídrico de 75% de capacidade de campo, podendo ser cultivadas em níveis de água de até 50% de capacidade de campo, sem apresentar modificações morfológicas e fisiológicas significativas. Nascimento et al. (2011), analisando o crescimento de mudas de *Hymenaea courbaril* L., verificaram que níveis abaixo de 50% de capacidade de retenção de água do solo é suficiente para restringir o crescimento de mudas. Mudanças de *Guazuma ulmiflora* Lam. quando submetidas à indisponibilidade hídrica reduziram a área foliar, de acordo com Scalon et al. (2011).

Diante do exposto objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de *C. leprosum* sob diferentes regimes hídricos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes e em casa de vegetação, ambos pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. As sementes foram obtidas de frutos maduros, coletados de árvores matrizes existentes no município de Mossoró, RN (5°12'14"S, 37°19'26"W e altitude aproximada de 23 m). De acordo com Koppen o clima local é BSw<sup>h</sup>, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO et al., 1991).

Os frutos foram colocados para secar à sombra e em seguida levados ao Laboratório de Análise de Sementes da UFERSA, onde foram abertos manualmente para retirada das sementes. Estas, foram acondicionadas em embalagens de vidro e armazenadas em ambiente controlado ( $10 \pm 2$  °C e 40% UR do ambiente) durante o período experimental.

A semeadura foi realizada em ambiente de casa de vegetação (50% de luz) em sacos plásticos (10 cm de diâmetro x 30 cm de altura, com volume aproximado de 2 L) contendo solo + esterco (3:1). Foram semeadas duas sementes por recipiente e posteriormente realizou-se o desbaste, caso necessário. O delineamento experimental foi em blocos casualizado, sendo 4 blocos de 12 plantas totalizando 5 tratamentos (20, 40, 60, 80 e 100% de capacidade de retenção de água do substrato), a capacidade de campo foi determinado pelo método gravimétrico (SOUSA et al., 2000) e os regimes hídricos iniciados aos 40 dias após a semeadura.

Diariamente as mudas foram pesadas em balança eletrônica e em seguida irrigadas para repor a quantidade de água perdida através da evapotranspiração. Ao final dos 90 após a semeadura, analisou-se as variáveis descritas a seguir:

Altura de mudas: medida através do auxílio de uma régua graduada em milímetros, desde a interseção das folhas mais jovens até a base do colo e os resultados expressos em centímetros.

Diâmetro do colo: medido através da mensuração da secção do solo com o auxílio de um paquímetro digital e os resultados expressos em milímetro.

Relação altura e diâmetro do colo: obtido através do cálculo da razão entre a altura total (cm) e o diâmetro (mm) do colo das mudas.

Comprimento da raiz: medido através do auxílio de uma régua graduada em milímetros, desde a inserção do colo até a extremidade da raiz. Previamente os sacos plásticos foram rasgados verticalmente e o substrato retirado cuidadosamente para que as raízes não fossem danificadas.

Índice de Qualidade de Dickson: calculado por meio da fórmula proposta por Dickson et al. (1960), onde:  $IQD = \text{biomassa seca total} / [(\text{altura/diâmetro do caule}) + (\text{massa seca da parte aérea} / \text{massa seca da raiz})]$ .

Massa seca da raiz, caule, folhas e total de mudas: as raízes, caules e folhas das mudas foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft e postas em estufa com circulação de ar forçada à 65 °C por 48 horas, tempo suficiente para que estivessem em peso constante. Em seguida pesados em balança analítica (0,001g), sendo os resultados expressos em mg plântulas<sup>1</sup> (NAKAGAWA, 1999).

Área foliar: seguiu-se a metodologia do disco corrigido (SANTOS et al., 2014).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5% de significância, utilizando-se o software SISVAR 3.01<sup>®</sup> (FERREIRA, 2011). Foram geradas regressões para explicar o efeito dos diferentes níveis de capacidade de campo do substrato sobre a espécie.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

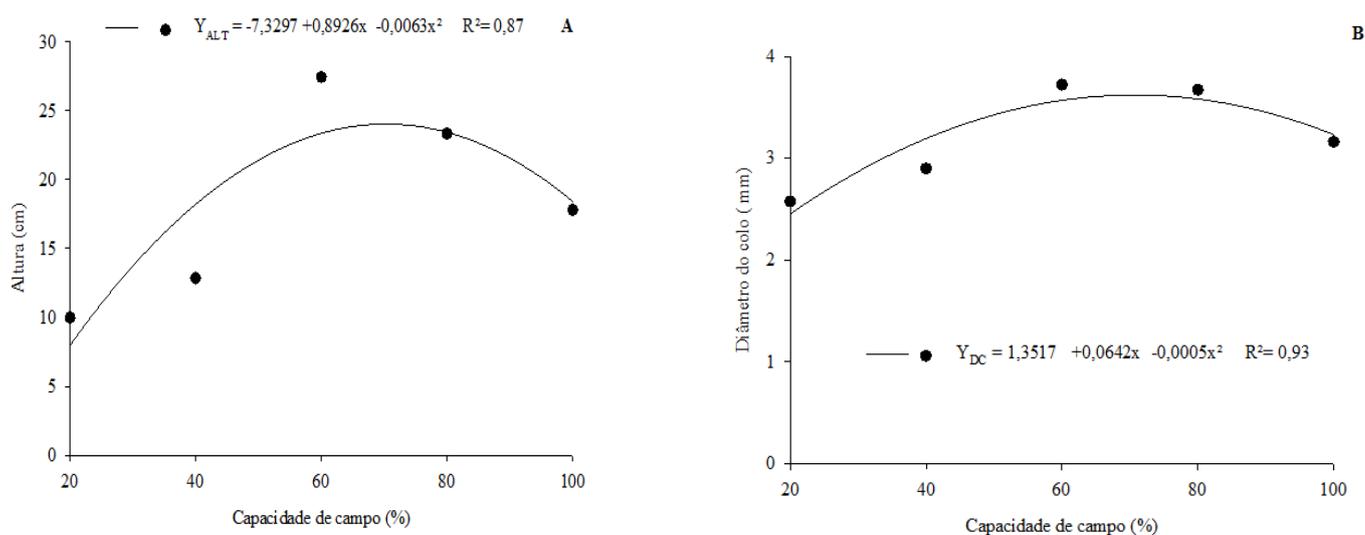
O resultado da análise de variância pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância das variáveis de mudas de *Combretum. Leprosum* Mart. submetidas a diferentes níveis de capacidade de retenção de água do substrato.

QM									
F.V.	G.L	Alt	D	MSPA	MSR	CPR	AF	HD	IQD
Trat.	2	214**	0,7431**	1,2967*	0,1113*	32,5260	1732,2**	9,3158**	0,005698
Bloco	6	18,49	0,4128	0,7466*	0,14487*	2,27838	448,2695	0,1299	0,018650
Erro	12	18,1**	0,0681	0,2829	0,03235	24,7856	234,0402	1,00587	0,005809
C.V.(%)	-	23,14	8,04	28,72	30,98	15,29	22,32	18,16	27,78

FV – Fontes de variação; GL – Graus de liberdade; C.V.- Coeficiente de variação; Alt – Altura; D – Diâmetro; MSPA – Massa seca da parte aérea; MSR – Massa seca da Raiz; CPR - Comprimento da raiz; AF – Área foliar. HD – Relação altura/diâmetro; IQD- Índice de Qualidade de Dickson\*\* - Significativo a 1% pelo teste F; \* Significativo a 5% pelo teste F.

A altura e diâmetro do colo das mudas obtiveram alterações semelhantes nos valores, em que os tratamentos 20% e 40% de capacidade de retenção de água do substrato reduziram estas variáveis. Entretanto quando submetidas ao substrato com 60% e 80% de capacidade de retenção de água as mudas obtiveram desempenho maiores sendo que a partir deste último os valores reduziram mais acentuadamente em 100% de capacidade de retenção de água do substrato (GRÁFICO 1).

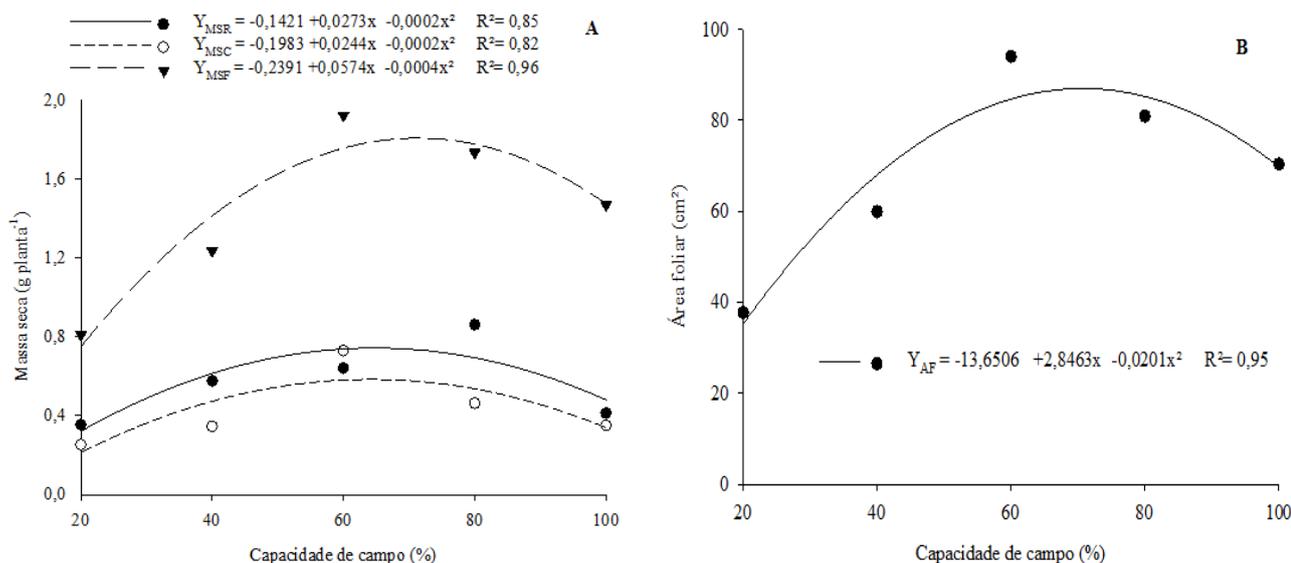


**Gráfico 1.** Valores altura de plantas (A) e diâmetro do colo (B) de mudas de *Combretum Leprosum* Mart. submetidas a diferentes níveis de capacidade de retenção de água do substrato.

Observa-se que os menores e maiores regimes hídricos no substrato foram prejudiciais ao desenvolvimento das mudas. O desenvolvimento de plantas, quando submetidas a um déficit hídrico semimoderado pode ter crescimento e produção de biomassa favorecidos. A referida espécie apresentou maior crescimento quando a quantidade de água disponível foi de 60%. Conforme Pimentel (2004), a resposta das plantas ao déficit hídrico não depende apenas dos seus estágios genéticos e fenológicos mas também da intensidade e duração do estresse.

Avaliando o desempenho de *Azadirachta indica* A. Juss., Martins et al. (2010), observaram maiores alturas das mudas quando submetidas a 80% e 100% de capacidade de retenção. Entretanto, no presente estudo, essas quantidades de água foram prejudiciais no desempenho das mudas de *C. leprosum*. Similarmente, Melo et al. (2014), avaliando o crescimento de mudas de *Tamarindus indica* L., notaram que os valores da altura das mudas e diâmetro do colo caíram à medida que o estresse hídrico se intensificou. O *C. leprosum*, ao contrário do tamarindeiro, se mostrou mais adaptado quando submetido aos regimes hídricos. Haja vista que seu desempenho não caiu gradativamente e sim, antes e após 60% de capacidade de retenção de água. Este tratamento foi capaz de propiciar ambiente mais favorável para o desempenho das mudas de *C. leprosum*, no tocante à altura das plantas e diâmetro do colo, bem como sua relação.

As massas secas das raízes, caules, folhas e área foliar foram afetadas pelos regimes hídricos a que as mudas foram submetidas (Gráfico 2).



**Gráfico 2.** Valores massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca das folhas (MSF) (A) e área foliar (B) de mudas de *Combretum leprosum* Mart. submetidas a diferentes níveis de capacidade de retenção de água do substrato.

Nota-se que os valores da massa seca da raiz e do caule mantiveram-se sem acréscimos significativos, pois os valores obtidos no tratamento de maior quantidade de água disponível (100%) foram próximos aos valores observados no tratamento em que a quantidade de água foi menor (20%). Em contrapartida, houve acréscimos na massa seca das folhas das mudas a partir de 60% da capacidade de retenção de água, no entanto a partir de 80% houve redução nos valores desta variável (Gráfico 2 A). Segundo Banincasa (1988), o comportamento vegetal, no que se refere a produtividade, é compreendido através dos processos fisiológicos como a translocação orgânica, esta deduzida por meio da alocação de biomassa nos diversos órgãos das plantas.

Trabalhando com mudas de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth., Cabral et al. (2004) constataram que o tratamento de 25% de capacidade de campo reduziu os pesos da massa seca da parte aérea. Algumas espécies acumulam mais biomassa quando estão em ambiente favorável para sua sobrevivência e diminuem esse acúmulo quando a deficiência hídrica se intensifica.

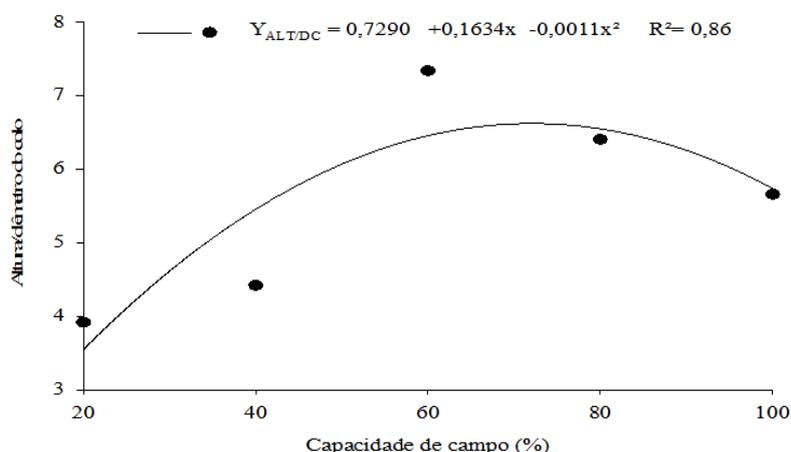
Por adaptar-se melhor às condições ambientais às quais está inserido, não só eleva o seu desempenho à medida que a capacidade de retenção de água aumenta, mas também não reduz drasticamente quando essa capacidade é mínima. Esta espécie mostrou-se mais

resiliente ao acúmulo de biomassa nos tratamentos entre 60% e 80% de capacidade de retenção de água do substrato.

No que se refere a área foliar nota-se que ela foi menor em 20% de capacidade de retenção de água do substrato. Novamente, a faixa que propiciou maiores resultados às mudas de *C. leprosum* foi entre 60% e 80% de capacidade de retenção de água, faixa esta que fez as mudas aumentarem sua capacidade fotossintética através do aumento de suas folhas (GRÁFICO 2),. Conforme Van Volkenburgh (1999) e Ellswort et al. (1995), a área foliar tem função essencial na perda de água, na quantidade de luz que a planta intercepta e consequentemente na capacidade fotossintética, bem como na produtividade de ecossistemas.

Ao analisar o crescimento inicial de mudas de *Guazuma ulmiflora* Lam., Scalon et al. (2011) verificaram redução na área foliar da espécie em questão à medida que a disponibilidade de água foi reduzida, apresentando menores valores em 25% de capacidade de campo. Segundo Kozlowski et al. (1991), entre os efeitos negativos do estresse hídrico o mais drástico é a redução da área foliar pois leva a um decréscimo na fotossíntese e, consequentemente, no desenvolvimento das plantas. O tamanho das folhas está relacionado a disponibilidade de água, logo as folhas da espécie estudada foram reduzidas a partir de 80% de capacidade de retenção de água do substrato. Esse comportamento pode ser devido ao fato do *C. leprosum* ser adaptado à áreas semiáridas, como é o caso do bioma Caatinga que possui uma estação seca prolongada e curto período chuvoso, ou seja, a vegetação inserida nesse contexto sofre naturalmente com estresse hídrico de diversas intensidades.

No que se refere a relação altura e diâmetro do colo das plantas, as mudas emitiram respostas similares aos demais parâmetros (Gráfico 3). À medida que a capacidade de retenção de água do substrato aumentou, o desempenho das mudas também foi maior.



**Gráfico 3.** Valores da relação altura/diâmetro do colo de mudas de *Combretum. Leprosum* Mart. submetidas a diferentes níveis de capacidade de retenção de água do substrato.

Entretanto a capacidade de retenção de água a partir de 80% tornou-se suficiente para demonstrar que houve alterações negativas na fisiologia das mudas. Esta variável constitui-se em uma referência para a avaliação, pois remete à qualidade das mudas e o seu potencial de sobrevivência em campo. Carneiro (1995) recomenda que os valores aceitáveis sejam entre 5,4 e 8,1. Entretanto pesquisas destinadas a esta espécie são necessárias, levando em consideração a individualidade da mesma e a região em que está inserida para que seja estabelecido um padrão de qualidade no tocante à produção de mudas de *C. leprosum*.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A quantidade de água recomendada para produção de mudas de *C. leprosum* deve ser de 60 a 80% da capacidade de retenção de água.

**REFERÊNCIAS**

- ANDRADE, A. C. S. et al. Flooding effects in seedlings of *Cytherexylum myrianthum* Cham. And *Genipa americana* L.: responses of two neotropical lowland tree species. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.2, p.281-285, 1999.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. p.42.
- CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasileira**. v.18, n.2, p.241-251, 2004.
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró**: um município semi-árido nordestino. Mossoró: ESAM, 1991, 121 p. (Coleção Mossoroense, série c, 30).
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1995. p.41-65.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, n.?, p.10-13, 1960.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p.039-1042, 2011.
- KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J. & PALLARDY, S. G. **Water stress**. In: The physiological ecology of woody plants. Academic Press, New York, 1991. p.248-302
- LOIOLA, M. I. B. et al. Flora da Paraíba, Brasil: Combretaceae. **Acta Botânica Brasileira**, v.23, n.2, p.330-342, 2009.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil**: nativas e exóticas. 2.ed. Nova odessa: Instituto Plantarum, 2008. 576p.
- MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. 2. ed. Fortaleza, CE: PRINTCOLOR GRÁFICA E EDITORA, 2012. 413 p.

MARQUETE, N.; VALETE, M.C. Combretaceae. In: FORZZA, R.C. et al. (org) **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, Instituto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. Páginas?

MELO, P. R. M. et al. Crescimento e produção de fitomassa de mudas de tamarindeiro sob estresse hídrico. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n.1, p.80-84, 2014.

MING, L. B. et al. M. **Manejo e cultivo de plantas medicinais**: algumas reflexões sobre as perspectivas e necessidades no Brasil. In: COELHO, M. F. B, JÚNIOR, P. C; DOMBROSKI, J. L. D (Org.). *Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais*. Cuiabá, UNICEN, 2003, p. 149-156

MOREIRA, F. J. C. et al. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Luffa cylindrica* Roemer. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 233-238, 2007.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de Sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p.1-24

NASCIMENTO, H. H. C. et al. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, v.35, n.3, Edição Especial, p.617-626, 2011.

PAREYN, F. G. C. A importância da produção não-madeireira na Caatinga. p. 131-144. In: GARIGLIO, M. A. et al. (orgs.) **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368p.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. 191p.

PRAVUSCHI, P. R. et al. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.4, p.687-693, 2010.

SANTOS, F. G. B. et al. Growth and yield of Cantaloupe melon 'Acclaim' in protected cultivation using agrotexile. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, p.55-62, 2014.

SCALON, S. P. Q. et al. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, v.21, n.4, p.655-662, 2011.

SILVA, M. A.V. et al. Resposta estomática e produção de matéria seca em plantas jovens de aroeira submetidas a diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, v.32, n.2, p.335-344, 2008.