



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**

**CAMPUS II- LAGOA SECA**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS – CCAA**

**CURSO DE BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

**JESSICA PESSOA BELARMINO**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Moringa oleifera* Lam. SOB CONDIÇÕES DE  
ESTRESSE HÍDRICO**

**LAGOA SECA-PB**

**2018**

JESSICA PESSOA BELARMINO

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Moringa oleifera* Lam. SOB CONDIÇÕES DE  
ESTRESSE HÍDRICO

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado ao  
Departamento de Agroecologia da Universidade  
Estadual da Paraíba, como Requisito para Obtenção  
do Título de Bacharel em Agroecologia.

Área de concentração: Ciências Agrárias e  
Ambientais

ORIENTADORA: Maria do Socorro Rocha.

**LAGOA SECA-PB**

**2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

B426d Belarmino, Jessica Pessoa.  
Desenvolvimento inicial de *Moringa oleifera* Lam. sob condições de estresse hídrico. [manuscrito] : / Jessica Pessoa Belarmino. - 2018.  
44 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais , 2018.

"Orientação : Profa. Dra. Maria do Socorro Rocha , Departamento de Agroecologia e Agropecuária - CCAA."

1. Sementes. 2. Restrição de água. 3. Semiárido.

21. ed. CDD 580

JESSICA PESSOA BELARMINO

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Moringa oleifera* Lam. SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado ao Departamento de Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como Requisito para Obtenção Do Título De Bacharel Em Agroecologia.

Área de concentração: Ciências Agrárias e Ambientais.

ORIENTADORA: Maria do Socorro Rocha.

Aprovada em: 14 / 06 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Maria do Socorro Rocha (Orientadora)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Alberto Soares de Melo

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Suenildo Josémo Costa Oliveira

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

**LAGOA SECA-PB  
2018**

A minha mãe e demais familiares, professores, amigos e todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Á Deus todo poderoso onisciente, onipotente, e onipresente pela proteção e sabedoria concedida a mim.

Á minha família por toda paciência oração e conselhos durante minha jornada acadêmica.

Á minha mãe Suely Pessoa dos Santos, meu tesouro, por todo apoio, pela compreensão, por enfrentar cada obstáculo junto a mim, pelas suas orações poderosas que me fizeram se sentir forte mesmo frágil, pelos seus conselhos, pela sua dedicação e esforço para me manter na graduação.

Á Maria do Socorro Rocha pelos conselhos, pelos ensinamentos e por me orientar no meu TCC.

Á todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação acadêmica.

Ao meu noivo Ismarques da Costa Silva por todo amor, apoio e companheirismo.

Ao corpo docente, funcionários diretos e indiretos do campus II que me auxiliaram e contribuíram para minha formação.

Aos funcionários da UEPB, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

“... eu não sou dono do mundo, mas tenho culpa porque sou filho do dono!” (Petruccio Amorim).

# DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Moringa oleifera* Lam. SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO\*

Jessica Pessoa Belarmino\*

## RESUMO

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.), pertence à família Moringaceae e apresenta diversos usos para agricultura familiar nordestina, principalmente na purificação de água. No entanto, pouco se conhece sobre o comportamento de suas sementes em condições de estresse, que ocorrem em alguns solos da região nordeste. Objetivou-se, com o presente trabalho avaliar o efeito do estresse hídrico, e da pré-embebição de sementes na germinação de moringa. O experimento foi conduzido numa área agrícola pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar curva de embebição e avaliar o efeito do estresse hídrico, e da pré-embebição de sementes na germinação de moringa. Para determinar a curva de embebição, foi monitorado o peso da semente em intervalos regulares de quatro horas. Para a simulação do estresse hídrico foram utilizadas diferentes soluções de polietilenoglicol (PEG – 6000) a -1,0; -0,8; -0,6; -0,4; -0,2 e 0MPa. Para os processos de pré-embebição foram usadas dois lotes diferentes, sendo o primeiro de sementes recém colhidas e o segundo com sementes armazenadas por três meses, foram empregadas quatro repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. As sementes foram postas em câmara de germinação tipo BOD à 25°C e luz contínua, sendo as avaliações realizadas a cada 48 horas. Para todos os testes (salvo a curva de embebição) avaliou-se a porcentagem, índice de velocidade, tempo médio e velocidade de germinação, tamanho e massa seca radicular, do hipocótilo e das plântulas inteiras. A semente de moringa necessita de 0,2 g de água em um período de 112 horas para germinar. Sob condições de restrição hídrica a germinação de sementes de moringa é possível em situações de -0,4MPa, sendo níveis superiores a este, críticos para a germinação e formação de plântulas. O vigor e a germinação das sementes, bem como os eventos pós-germinativos da moringa. A pré-embebição de sementes de moringa em água por 24 horas é eficiente para promover a redução no tempo de início da germinação em sementes sob condições de estresse hídrico.

**Palavras-Chave:**Sementes, restrição, água, PEG, semiárido



# INITIAL DEVELOPMENT OF *Moringa oleifera* Lam. UNDER CONDITIONS OF WATER STRESS\*

Jessica Pessoa Belarmino\*

## ABSTRACT

*Moringa* (*Moringa oleifera* Lam.), Belongs to the family Moringaceae and presents several uses for family farming in the Northeast, mainly in the purification of water. However, little is known about the behavior of its seeds under stress conditions, which occur in some soils of the northeast region. The objective of this work was to perform the substrates and to evaluate the effect of water stress and pre-soaking of the seeds on the moringa twinning. The experiment was conducted in an agricultural area belonging to the Center for Agricultural and Environmental Sciences (CCAA), Campus II of the State University of Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba. Thus, the objective of this work was to perform soaking curve and to evaluate the effect of water stress, and the pre-soaking of seeds in the moringa twinning. To determine the imbibition curve, the seed weight was monitored at regular intervals of four hours. Different solutions of polyethylene glycol (PEG - 6000) at 0, - 0.1 were used for the water stress simulation; -0.2; -0.4;-0.6;-0,8and-1,0MPa. For the pre-soaking processes, two different lots were used, the first one of freshly harvested seeds and the second with seeds stored for three months, four replicates of 25 seeds were used in a completely randomized design. The seeds were placed in a germination chamber type BOD at 25°C and continuous light, and the evaluations were performed every 48 hours. For all tests (except for the imbibition curve) the percentage, velocity index, mean time and germination velocity, root and root mass, hypocotyl and whole seedlings were evaluated. The moringa seed requires 0.2 g of water in a period of 112 hours to germinate. Under conditions of water restriction the germination of moringa seeds is possible in situations of -0.4 MPa, being higher levels to this, critical for germination and seedling formation. The vigor and germination of the seeds, as well as the post-germinative events of the moringa. The pre-soaking of moringa seeds in water for 24 hours is efficient to promote the reduction in the germination start time in seeds under conditions of water stress.

**Keywords:** Seeds, restriction, water, PEG, semiarid.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Semiárido brasileiro .....	16
Figura 2	Sementes de <i>Moringa oleifera</i> .....	25
Figura 3	Determinação e água em sementes .....	25
Figura 4	Embebição de sementes .....	26
Figura 5	Modelo trifásico .....	29
Figura 6	Eventos metabólicos na semente .....	32
Figura 7	Massa seca raiz, hipocótilo e total de plântulas de <i>Moringa oleifera</i> .....	33
Figura 8	Velocidade Média de Geminção e Tempo Médio de Germinação .....	34
Figura 9	Tamanho da raiz, hipocótilo e total de plântulas de <i>Moringa oleifera</i> Lam ..	35-36
Figura 10	Massa seca raiz , hipocótilo e total de plântulas de <i>Moringa oleifera</i> .....	36-37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análises de variância .....	32-33
----------	-----------------------------	-------

## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2- REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1 <i>Moringa oleifera</i> Lam.....	13
2.2 Descrição botânica .....	14
2.3. Importância Econômica .....	14
2.4 Agroecossistema Semiárido nordestino .....	14
2.5 Sementes .....	17
2.6 Qualidade fisiológica .....	17
2.7 Viabilidade .....	18
2.8 Vigor .....	19
2.9 Estresse .....	20
2.10 Germinação .....	21
2.11 Importância da água e oxigênio para o estabelecimento de plântulas .....	22
2.12 Influência do estresse em sementes e plântulas .....	23
<b>3- METODOLOGIA .....</b>	<b>24</b>
3.1 Testes .....	24
3.1.1 Determinação da curva de embebição .....	25
3.1.2 Estresse hídrico .....	26
3.1.3 Pré-embebição como tratamento pré-germinativo .....	26
3.2 De viabilidade e vigor .....	27
a) Porcentagem de Germinação .....	27
b) Índice de Velocidade de Germinação (IVG) .....	27
c) Tempo Médio de Germinação (TMG) .....	28
d) Velocidade Média de Germinação (VMG) (LABOURIAU, 1983) .....	28
3.2.2 Determinações morfológicas .....	28
a) Tamanho das plântulas .....	28
b) Massa seca.....	29
3.3 Análises estatísticas .....	29

<b>4- RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
4.1 Curva de absorção de água .....	29
4.2 Restrição Hídrica com PEG-6000 .....	32
<b>5- CONCLUSÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>6- REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil tem características singulares, que envolvem basicamente questões de clima, solo e uso de tecnologia disponível. Esta região é diferenciada por possuir áreas chamadas de sertão com clima característico de semiárido, que se caracteriza por secas periódicas e, em consequência, possuem problemas relacionados à baixa produção agrícola e desenvolvimento econômico. O sertão nordestino possui famílias que vivem da agricultura e pecuária, dependendo majoritariamente das atividades agrícolas para seu sustento. Aliado a esse cenário encontram-se déficits hídricos, que na sua maioria, são classificados como falta de água que deixam o solo em processo de salinidade (INCRA/FAO, 2000).

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é uma espécie que vem sendo apontada como alternativa para estas regiões. Esta pode ser utilizada na agricultura familiar como fonte de suplemento alimentar (folhas, frutos verdes, flores e sementes torradas); forrageiro (folhas, frutos e sementes), purificador de água, medicinal (todas as partes da planta), e o óleo de suas sementes que é usado na indústria de cosméticos. A espécie torna-se ainda mais atrativa por ser de cultivo fácil, baixo custo de produção e de alto rendimento.

Estas características tornam a espécie especialmente importante para regiões do nordeste. É considerada espécie exótica que se adaptou satisfatoriamente às condições edafoclimáticas do semiárido do Nordeste Brasileiro. Contudo, estudos necessitam ser realizados para verificar se a espécie poderá suportar os limites, pois as sementes, em particular, são especialmente vulneráveis aos efeitos do estresse hídrico, principalmente no período da germinação, pois promovem alterações no metabolismo influenciando na redução do vigor e do potencial germinativo ou até mesmo à morte da semente (GUALBERTO et al., 2014).

Desta maneira, em virtude da possibilidade de usos múltiplos da moringa para a região do semiárido, objetivou-se avaliar o grau de interferência direta do estresse hídrico e da embebição sob o vigor de sementes e plântulas de *Moringa oleifera* Lam.

## 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Moringa oleifera* Lam.

A moringa é conhecida principalmente por apresentar propriedades floculantes ou coagulantes, sendo utilizada em diversos países como um método natural, eficiente e econômico de purificação de água. Aliada a estas características, pode ser utilizada na alimentação, devido ao seu valor protéico e na indústria de cosméticos, devido ao alto teor de óleo. Apresenta crescimento rápido e boa adaptação em áreas tropicais e subtropicais (GASSENSCHMIDT et al., 1995).

A moringa é uma árvore nativa do norte da Índia sendo cultivada amplamente ao longo dos trópicos. É conhecida como “baqueta” por causa do formato da sua vagem e “rábano (rabanete) picante” por causa do sabor de suas raízes. A moringa cresce a partir de sementes ou enxertos, mesmo em solos pobres, produzindo flores e frutos dentro de um ano de plantio. Ela pode ser cultivada até 1.400 metros de altitude, de preferência em solos que não encharquem (SOUZA et al., 2015).

Trata-se de planta perene, amplamente distribuída nos países da Ásia, Oriente médio e da África, como Singapura, Índia, Sri Lanka, Malásia, Filipinas, Tailândia, Malásia, Paquistão, Nigéria e Egito. Também, pode ser encontrada na América Central e América do Sul, em países como Jamaica e México (BEZERRA et al., 2004).

No Brasil, foi introduzida por volta de 1950, sendo encontrada na região Nordeste, principalmente nos Estados do Maranhão, Piauí e Ceará. É cultivada como planta ornamental e medicinal, e conhecida como lírio-branco, quiabo de quina ou simplesmente moringa (ALVES et al., 2005).

É considerada como uma das árvores cultivadas mais úteis para o ser humano, já que praticamente todas as suas partes podem ser utilizadas para diversos fins, sendo conhecida em vários lugares do mundo, apreciada como valor alimentar, usada para fabricação de conservas e como condimento alimentar (AGHALEHET et al., 2009).

Uma vantagem desta espécie é que as folhas podem ser colhidas durante a estação seca, com o fim de complementar a alimentação tanto do homem quanto de animais devido ao seu valor nutritivo, já que é rica em vitamina “A” e “C”, fósforo, cálcio, ferro e proteínas. A moringa ao longo dos últimos anos vem sendo incorporada em programas de desnutrição (FERREIRA et al., 2008).

## 2.2 Descrição botânica

A moringa (*M. oleifera*) pertence à família Moringaceae, ordem Capparidales, classe das Magnoliophyta, sub – classe Dilleniidae. Das 14 espécies pertencentes a esta família, onze são originárias da África, uma da Arábia e duas da Índia (SOUSA, 2001). É uma planta de porte arbóreo e pode crescer até 10 m de altura. As folhas são bipenadas com sete folíolos pequenos em cada pina. São verdes pálidas, decíduas alternadas, pecioladas e compostas. Os folíolos laterais possuem formas elípticas enquanto que os terminais são ligeiramente maiores que os laterais.

As flores são relativamente grandes, diclamídeas, monoclinas, perfumadas, de cores creme ou branca, estando agrupadas em inflorescências terminais do tipo cimosa. O androceu apresenta estaminóide e estames. Possui pistilo tricarpelar, gineceu sincárpico, gamocarpelar, plurióvulado e, com ovário súpero. A polinização é efetuada principalmente pelos insetos da ordem Hymenoptera. Em lugares onde o índice pluviométrico é maior do que 600 mm por ano, as árvores estão sempre floridas; caso contrário, a planta só se reproduz na estação chuvosa (CÁCERES et al., 1991).

Os frutos são vagens pendulares, possuem uma cor verde a marrom esverdeado, formato triangular e se quebra longitudinalmente em três partes quando seco, sendo deiscente, com aproximadamente 30 a 120 cm de tamanho e 1,8 cm de espessura. Cada vagem pode conter de 10 a 20 sementes, estas são globóides, escuras por fora e contêm no seu interior uma massa branca e oleosa (LORENZIL e MATOS, 2002).

A madeira é usada na produção de papel e de fibras têxteis. A casca é espessa, mole e reticulada, de cor pardo-clara externamente e branca, internamente, lenho mole, poroso e amarelado, com presença de látex. No cerne há uma grande quantidade de mucilagem, rica em arabinose, galactose e ácido glucurônico. A raiz assemelha-se na aparência e no sabor ao rabanete e é considerada abortiva (CÁCERES et al., 1991, SILVA e KERR, 1999).

## 2.3 Importância Econômica

Em seu local de origem, a moringa é de grande importância comercial, muitas variedades foram desenvolvidas com diferentes tamanhos de vagem e períodos de crescimento. As vagens maduras ou verdes podem ser vendidas nos mercados locais. Os



frutos também apresentam valor de exportação principalmente para a Europa e os Estados Unidos (JAHN et al., 1986).

O óleo extraído das sementes tem alto valor alimentício e industrial. É claro, doce, inodoro e resistente a rancificação; é um óleo considerado de alta qualidade e com valor potencial de mercado, podendo ser utilizado para consumo, ou na fabricação de cosméticos, produção de sabão e óleo para queima. Cada semente de moringa pode conter até 38% de seu peso em óleo que é constituído de ácido oléico (63,4%), linoléico (3,1%), palmítico (8,3%) e esteárico (8,0%) (EILERT et al., 1981).

O que resta das sementes, após a extração do óleo, é coagulantes ativos, que podem ser usados para o tratamento de água, sendo obtidos sem nenhum custo como subproduto da extração (EILERT et al., 1981). As sementes possuem polissacarídeos com forte poder aglutinante, o que permite o uso dessas maceradas no tratamento da água por floculação e sedimentação, capaz de eliminar a turvação de micropartículas, fungos, bactérias e vírus. Possui princípio ativo contra atividade microbiana, o que justifica seu emprego na preparação de pomada antibiótica (JAHN et al., 1986).

O uso de sementes para purificação da água, quando comparada com o tratamento químico convencional, é uma alternativa eficaz e mais barata. Isto possibilitaria a substituição de agentes coagulantes usados atualmente, muitas vezes prejudiciais à saúde humana e animal. Enquanto o alumínio é eficiente como coagulante em uma faixa restrita de pH da água, as sementes de moringa atuam independentemente do pH, constituindo em vantagem adicional em regiões mais pobres (OKUDA et al., 2001).

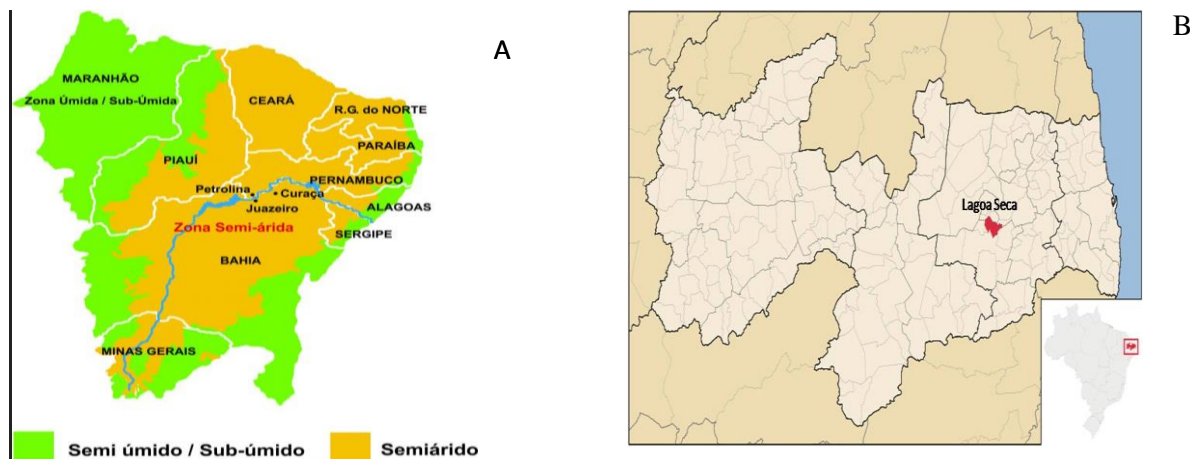
O tratamento da água com as sementes de moringa pode ser muito útil no controle dos surtos diarreicos, inclusive da cólera, especialmente nas áreas onde medidas sanitárias são difíceis de serem aplicadas, por ser um método barato, simples e de fácil acesso a população (FOLKARD et al., 1993).

## **2.4 Agroecossistema Semiárido nordestino**

O clima semiárido está presente no Brasil nas regiões Nordeste e Sudeste. Corresponde a uma área de 982.563,3 quilômetros quadrados. Engloba os Estados de Minas Gerais (MG), Bahia (BA), Sergipe (SE), Alagoas (AL), Pernambuco (PE), Paraíba (PB), Rio

Grande do Norte (RN), Ceará (CE) e Piauí (PI) (Figura 1 A) na figura 1B localização da Cidade de Lagoa Seca- PB.na figura 1.

**Figura 1.** Mapa do Semiárido brasileiro (A) e da Paraíba cidade de Lagoa Seca (B). (Fonte: [www.ebda.ba.gov.br](http://www.ebda.ba.gov.br)),



A agricultura e a pecuária são as principais atividades econômicas de fixação da população nordestina nas condições do semiárido. Cerca de 80% dos estabelecimentos agrícolas nordestinos se enquadram na categoria de agricultura familiar, onde os agricultores e suas famílias dependem majoritariamente das atividades agrícolas para seu sustento (INCRA/FAO, 2000).

Diante destes ambientes frágeis, para haver a sustentabilidade, é necessário uma percepção para fortalecer os agroecossistemas locais, enriquecendo o objetivo de buscar a sustentabilidade com base na realidade da região. É necessário um envolvimento sustentável que busque neutralizar o distanciamento entre o homem e a natureza, para evitar o crescimento exponencial da erosão socioambiental, buscando assim mecanismos favoráveis que culminem em agroecossistemas sustentáveis (AGHALEHET et al., 2009).

Em face à vulnerabilidade sócio ambiental da região, vários programas e ações de Governo já foram estruturados e implementados, visando o combate, de forma sustentável, da seca no Nordeste e o desenvolvimento dessa região. Em 2004, o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB, com o objetivo de fomentar a produção e uso do biodiesel no Brasil e promover a inclusão social do agricultor familiar, gerando renda e emprego, pela inserção de agricultor na cadeia produtiva do biodiesel (BRASIL, 2004).

A moringa pode favorecer a sustentabilidade nestas áreas, por ser uma arbórea com múltiplos usos, a qual vem sendo apontada como uma alternativa promissora para estas regiões, principalmente para a utilização do óleo vegetal na produção de biodiesel. Projetos fomentados pela PETROBRAS já inseriram a espécie como prioritária para o nordeste. A inserção da moringa na região do semiárido vem sendo alvo de pesquisas com a finalidade de contribuir para a sustentabilidade das atividades agrícolas na região além da fixação, melhoria da vida do homem do campo e até mesmo como ação mitigadora e de adaptação à mudança climática pelos seus vários benefícios (MONTEIRO, 2007).

## **2.5 Sementes**

As sementes são as unidades primárias de dispersão de plantas superiores, contendo a composição genética completa da espécie. A formação das sementes normalmente é dividida conceitualmente em duas fases distintas: a) período de morfogênese durante o qual o embrião se forma, por meio de divisões celulares e formação intensiva de órgãos e tecidos embrionários (GOLDBERG et al., 1994; MEINKE, 1995); b) período de maturação, que inclui a formação e detenção de órgãos e tecidos, o acúmulo de reservas de nutrientes, alterações no tamanho e peso do embrião, a supressão da germinação precoce, a aquisição de tolerância à dessecação, desidratação e dormência (KOORNNEEF e KARSSSEN, 1994).

As sementes são consideradas estruturas biológicas complexas, sendo o principal contribuinte para a preservação da diversidade genética. Consistem em tecidos de reserva de nutrientes, um embrião e estruturas de encapsulamento que visam à proteção e regulação da germinação. Algumas sementes ainda apresentam a característica de resistir à dessecação, mantendo a capacidade de reativação metabólica sobre reidratação, além de possuir mecanismos para garantir a germinação apenas sob condições favoráveis (CASTRO e HILHORST, 2004).

## **2.6 Qualidade fisiológica**

A qualidade fisiológica de sementes é avaliada para que, tomadas de decisões, sejam realizadas durante as operações de colheita, processamento e comercialização (DIAS e MARCOS FILHO, 1996). Apresentam duas características fundamentais, a viabilidade e o

vigor (POPINIGIS, 1985). A viabilidade, procura avaliar a máxima germinação, enquanto o vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes, sendo influenciado pelas condições do ambiente e manejo durante as etapas de pré e pós-colheita.

A Association of Official Seed Analysts - AOSA (1983) enfatiza a importância da precisão dos procedimentos utilizados para a condução de testes que avaliam a qualidade fisiológica. Ressalta-se que o principal desafio das pesquisas para padronização de testes está na identificação de parâmetros adequados, comuns à deterioração de sementes, de forma que, quanto mais próximo da maturidade fisiológica ou mais distante da perda da capacidade de germinação estiver o parâmetro avaliado, mais sensível deverá ser o teste, fornecendo, assim, informações complementares às obtidas no teste de germinação.

A qualidade fisiológica das sementes é influenciada em toda a sua vida desde a fertilização até o momento da sementeira. Em ordem cronológica, os principais fatores que afetam a qualidade são: genótipo, condições ambientais durante o desenvolvimento das sementes, posição da semente na planta mãe, época e técnicas de colheita, condições de armazenamento e tratamentos pré-sementeira (BASU, 1995). A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é fundamental para os diversos segmentos que compõem um sistema de produção, pois a descoberta dos efeitos dos fatores, que possam afetar a qualidade, depende diretamente da eficiência dos métodos utilizados para determiná-la (MARCOS FILHO et al., 1987).

As metodologias para analisar esta qualidade têm sido padronizadas para estabelecer um alto nível de reprodução e confiabilidade dos testes, tanto em nível internacional pela Regras Internacionais para Análise de Sementes, estabelecidas pela International Seed Testing Association (ISTA) (ISTA, 2009), como nacional, estabelecida pelas Regras para Análises de Sementes (RAS) produzidas pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009).

## **2.7 Viabilidade**

A viabilidade de um lote de sementes é expressa em termos de porcentagem de sementes vivas capazes de germinar. Muitas vezes, ela é semelhante à germinação, por isto o teste padrão de germinação pode ser utilizado para ambas às determinações. A germinação pode ser simplificada em processos iniciais como embebição da semente e ativação do

metabolismo, seguido do rompimento do tegumento, emissão da radícula e do crescimento da plântula (PRISCO et al., 1981).

Do ponto de vista técnico, alguns autores como Bewley e Black (1994) consideram como sementes germinadas aquelas que apresentaram apenas emissão radicular, já que consideram que a partir do momento que há protrusão da radícula cessam os eventos que envolvem a fase de germinação, sendo então todos os eventos posteriores considerados como eventos pós-germinativos.

A disponibilidade da água no substrato proporciona maior ou menor velocidade de absorção; quando o processo ocorre lentamente, a germinação é reduzida, provavelmente em decorrência de infecção por fungos ou pela aceleração da deterioração; por outro lado, uma absorção de água muito rápida pode ocasionar danos às sementes. De um modo geral, um substrato para ser usado em teste de germinação deve preencher certos requisitos: ser atóxico à semente; ser isento de microrganismos; e manter uma proporção adequada entre a disponibilidade de água e aeração (BRASIL, 2009).

## **2.8 Vigor**

As substâncias de reserva que se acumulam com o desenvolvimento e a maturidade de sementes são de grande importância para a determinação do vigor, já que é neste ponto que a semente irá acumular proteínas e amido, conteúdos importantes que serão utilizados no processo de germinação. O vigor tende a aumentar com o desenvolvimento, e atingem o nível máximo no estágio de maturação fisiológica (ADAM et al. 1989).

Quando o vigor das sementes atinge o nível máximo em estágio de maturação fisiológica, em seguida, diminui de forma irreversível, isto pode ser chamado de deterioração das sementes e pode estar relacionado ou não às condições de estresse. Esta deterioração envolve proteínas, açúcares, ácidos nucleicos, ácidos graxos, substâncias voláteis como dietoximetano, permeabilidade da membrana, atividade enzimática, peroxidação lipídica e o mecanismo de reparação da célula (QUN et al., 2007).

Para quantificar e avaliar o vigor, o uso de um único teste de vigor pode gerar informações incompletas, tanto para uma única espécie como para avaliar o potencial de desempenho das sementes, sob diferentes condições ambientais. Portanto, segundo Marcos Filho (1999), a tendência predominante é a combinação de resultados de diferentes testes, levando-se sempre em consideração a finalidade do uso dos resultados e as suas limitações.

Deve-se salientar, contudo que, a eficiência dos testes de vigor depende da escolha adequada de procedimentos, em função dos objetivos pretendidos. Assim, a tendência é a combinação de resultados de diferentes testes, uma vez que o vigor pode ser refletido através de várias características, de modo que um teste isolado é considerado deficiente.

## 2.9 Estresse

Nos ecossistemas áridos, o estabelecimento de espécies pode ser diferente, como resposta de tolerância à seca, com época de floração reprodutiva, dispersão de sementes e germinação. Plantas nestes ecossistemas têm desenvolvido adaptações complementares e apresentam estratégias de sobrevivência ao longo das etapas do seu ciclo de vida.

O padrão de resposta da semente à germinação será determinado pelos fatores ambientais e os limites impostos destas condições, determinando se uma espécie, em particular, poderá ou não colonizar e sobreviver no ambiente. Fatores ambientais, como temperatura, salinidade, luz e umidade do solo, são fatores intrínsecos que regulam a germinação (GORAI e NEFFATI, 2007).

Sementes de plantas de áreas com baixo índice de pluviosidade, como as do semiárido, como estratégia de sobrevivência, germinam mais rápido do que os de outros habitats, já que estão programadas fisiologicamente para germinarem no curto espaço de tempo das estações chuvosas e em que os níveis de salinidade do solo são geralmente reduzidos e há disponibilidade de água suficiente para favorecer a germinação (GORAI e NEFFATI, 2009).

Dentre os limites edafoclimáticos impostos no semiárido, podemos levar em consideração que a presença de sais no solo e a restrição ou excesso de água. A resposta das plantas à restrição hídrica ou excesso salino pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo o momento do estresse, a duração, intensidade e o genótipo (KRAMER, 1983).

O estresse salino além de promover a toxidez, também pode causar estresse por restrição hídrica, este último tipo, também pode ocorrer de forma isolada, quando, mesmo em condições ideais de solo, não há água disponível o suficiente para promover a germinação (LARSON e KIEMNEC, 1997).

A água é um dos fatores ambientais que mais influencia no processo germinativo, as respostas ao estresse são variáveis entre espécies e dependem dos diferentes mecanismos fisiológicos. Por exemplo, sementes de *Sorghum bicolor* L. cultivadas sob leve estresse hídrico apresentaram germinação significativamente mais elevada do que os crescidos em

condições normais (BENECH-ARNOLD et al., 1991), da mesma forma, para as espécies de *Brassicacampestris* (Brassica [rapa] L.) e *Brassicasyvestris* L. (ELLIS et al. 2000), contudo resultados contrários foram constatados para sementes de *Peltophorumdubium* S. (PEREZ et al., 2001) e *Chorisiaspeciosa* St.-Hill (FANTI e PEREZ, 2003).

Na semente, os sinais ambientais são entendidos pelas sementes por meio de respostas bioquímicas, produzindo modificações no seu estado fisiológico, através de mudanças da expressão gênica ou desativação do RNA para a formação de proteínas, na biossíntese de vias de sinalização para o equilíbrio metabólico e de osmose que irá envolver processos de respiração ou, ainda, alteração na estrutura física da membrana. Esta última característica, em especial, afeta diretamente a taxa de hidratação, liberação de enzimas, transporte iônico, alteração do pH e conteúdo de inibidores. Estas respostas bioquímicas irão refletir diretamente na germinação (BOHNERT et al., 1995).

Pode-se considerar, também, que o armazenamento no longo prazo, aumenta a frequência de alterações cromossômicas e aumento de mutação genética. A maioria dos relatos considera que o DNA está sujeito a danos durante determinado período de deterioração de sementes, conseqüentemente afeta a síntese de enzimas antes da transcrição e leva a germinação precoce (McDONALD, 1999).

## **2.10 Germinação**

Germinação, do latim *germinatio*, pode ser definida como o início do desenvolvimento de um novo indivíduo vegetal a partir de uma semente colocada sob condições favoráveis (LAROUSSE, 1998) dando origem a uma plântula normal (MARCOS FILHO et al., 1987). Labouriau (1983) define o termo, botanicamente, como um fenômeno biológico com uma série de conversões metabólicas que levam ao rompimento do tegumento pela radícula.

O processo germinativo compreende aqueles eventos celulares e metabólicos que se iniciam com a absorção de água por sementes quiescentes e culminam com o alongamento do eixo embrionário. Para que a germinação ocorra satisfatoriamente, a semente deve dispor de condições favoráveis de ambiente. Os fatores ambientais essenciais à germinação das sementes são a água, o oxigênio e a temperatura. O grau de exigência desses fatores é variável entre as espécies e é determinado pelo genótipo e pelas condições ambientais prevalecentes durante a formação das sementes (EGLEY, 1999).

A fase inicial da germinação é a absorção de água, enquanto a segunda é dependente da mobilização de reservas que desencadeará eventos metabólicos para formação da plântula, que poderá ser caracterizada como normais ou anormais. As do primeiro tipo são aquelas que apresentam sistema radicular bem formado e um coleóptilo perfeito, com folha bem desenvolvida (plúmula) no interior ou emergindo deste. As plântulas anormais são aquelas com raízes mal formadas necrosadas, coleóptilo vazio, com folhas primordiais partidas ou fendidas longitudinalmente, com desenvolvimento anormal ou coleóptilo (BRASIL, 2009).

### **2.11 Importância da água e oxigênio para o estabelecimento de plântulas**

Para a quase totalidade das espécies, o período compreendido entre a semeadura e a emergência das plântulas representa uma das fases críticas do ciclo das plantas, a água é o fator que exerce influência determinante nesta fase devendo estar disponível para as sementes num adequada (CARVALHO e NAKAGAWA, 1993).

Em termos de estabelecimento das plântulas no campo, tanto o excesso como déficit hídrico são desfavoráveis (BRADFORD, 1986). O excesso ou falta de água, representam situações em que os problemas fitopatológicos podem se agravar nas sementes em germinação. No primeiro caso, a embebição rápida, reduz o período disponível para que as membranas celulares se reorganizem e, como consequência, há uma expressiva liberação de solutos que passam a agir como substrato para os microrganismos presentes no ambiente (PESKE e DELOUCHE, 1985); no segundo caso, o retardamento na germinação e na emergência proporcionam ampliação no tempo de exposição à ação dos patógenos (MARCOS FILHO, 1986), acarretando prejuízos ao desempenho das sementes.

A intensificação da atividade respiratória é uma das alterações iniciais ocorridas a partir da embebição das sementes (BEWLEY, 1997). A respiração envolve a oxidação de massas orgânicas na semente com a formação de energia e de substâncias intermediárias necessárias aos processos anabólicos da germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Portanto, o oxigênio é outro fator fundamental para que a germinação ocorra (COPELAND e MCDONALD, 1985). Vale salientar que o teor de oxigênio necessário para a germinação, aumenta conforme se eleva a temperatura do ambiente e vice-versa (CÔME e TISSAOUI, 1973).



## 2.12 Influência do estresse em sementes e plântulas

Um dos principais problemas enfrentados pelas culturas e as espécies de maneira geral, refere-se à dificuldade de estabelecimento em campo, sendo a quantidade de água disponível um dos fatores que influencia no desenvolvimento inicial e posteriores da planta (ELT-OTMANI et al., 1995). Os recursos hídricos estão se tornando cada vez mais escassos, requerendo estudos criteriosos voltados para a racionalização e o uso mais eficiente (REDDY et al., 1991)

Condições de estresse hídrico, por exemplo, podem alterar o caminho bioquímico da respiração (DREW, 1997). O excesso pode induzir fermentação das sementes pela via fermentativa, que produz substâncias tóxicas para a sobrevivência celular (TAIZ e ZEIGER, 2010). Em condições contrárias, em que os potenciais de água externos são muito baixos, impede a absorção de água pela semente, tornando inviável a sequência de eventos metabólicos que culminam para a emergência das plântulas (CUSTÓDIO et al., 2009). Agentes osmóticos como manitol e polietilenoglicol têm sido utilizados em estudos de germinação, para simular a baixa umidade em condições de solo. O polietilenoglicol é muito mais eficaz, em trabalhos de pesquisa, pois não penetra nas células, não é degradado e não causa toxicidade, devido ao seu alto peso molecular (PEREZ, 1995).

O aumento da síntese de osmólitos induzidos sob condições de estresse de água é causada pela modulação da expressão e atividade de enzimas reguladoras em sua via metabólica (RAMANJULU e BARTELS, 2002). Nas plantas, açúcares, polióis, prolina, compostos quaternários de amônio e compostos sulfônicos são frequentemente encontrados para funcionar como osmólitos (ARBONA et al., 2005). O acúmulo de açúcares solúveis é uma característica comum nas células de plantas submetidas ao estresse. Açúcares têm um papel no ajustamento osmótico, mas também tem efeitos indiretos de proteção, como a estabilização da proteína (BIANCHI et al., 1991). Plantas submetidas ao estresse apresentam aumento da expressão do gene para a Sintase de Sacarose (SUS) e Sacarose Fosfato Sintase (SPS) (KLEINES et al., 1999), que são consideradas enzimas chaves da síntese de sacarose. Sob condições de estresse osmótico, a expressão dos genes que codificam SUS parece favorecer ao regulamento interno das plantas (DEJARDIN et al., 1999).

A trealose, um dissacarídeo não redutor de glicose, está sendo indicada em se envolver na estabilização das proteínas e lipídios da membrana e também como metabólito de reserva (SHEVELEVA et al., 1997). A escassez de água na célula, promovida pelo estresse hídrico ou

salino ou outros estresses bióticos e abióticos, faz com que o acúmulo de enzimas responsáveis pelo sistema de defesa oxidativo celular, tais como superóxido dismutase, ascorbatoperoxidases, catalases, glutathione-S-transferase e glutathioneperoxidase (KOVTUN et al., 2000) sejam produzidas como forma de reparação dos compartimentos celulares. A prolina, um aminoácido, ajuda a regular a membrana celular em condições desfavoráveis (SCHWACKE et al., 1999).

Os resultados gerados em ensaio científicos a cerca do estresse sob vigor de sementes e seus reflexos sobre os primeiros estádios de desenvolvimento poderão originar informações seguras e úteis para os agricultores. Em especial, para a moringa, por apresentar potencial socioeconômico para a região do semiárido, e por ser uma espécie arbórea, podendo se ajustar ao modelo agrícola da região, ou seja, poderá ser combinado com produtos de subsistência, logo as informações geradas sobre o comportamento das sementes neste ambiente são notadamente importantes.

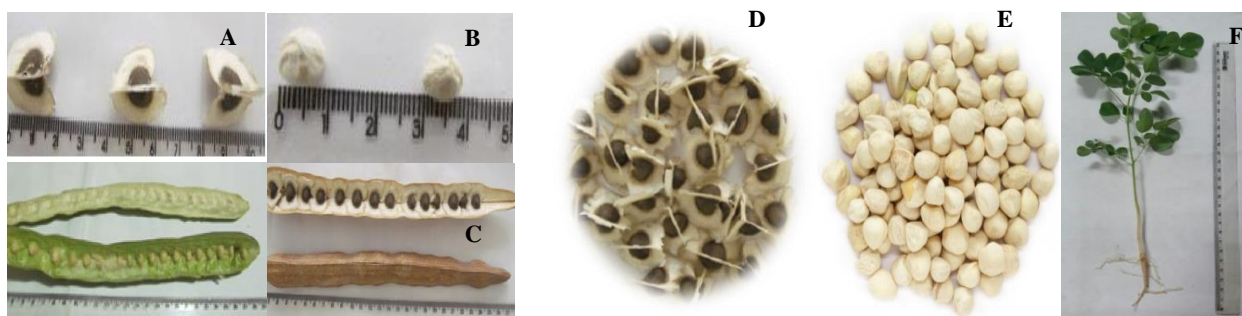
### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Testes**

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, entre os meses de janeiro de 2018 a março de 2018. Foram utilizadas sementes de moringa procedentes da Reserva Florestal. A fim de se obter uniformidade, foram selecionadas sementes quanto à coloração, tamanho e pureza física, sendo as mais uniformes separadas para compor os tratamentos.

Foram realizados cinco testes ao total, descritos em separado entre os tópicos 3.1.1 a 3.1.5. Na figura 2.

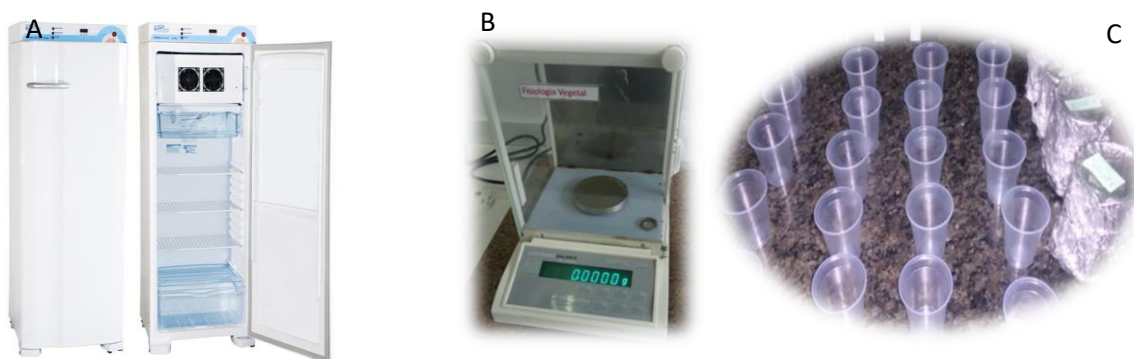
**Figura 2**-Sementes com tegumentos (A-D), sementes sem tegumento(B-E),vagens verde e secas (C), e plântula(F) de *Moringa oleifera*Lam. Lagoa Seca 2018.



### 3.1.1 Determinação da curva de embebição

Foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes, estas foram distribuídas em papel de germinação embebido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. As sementes foram mantidas em incubadora tipo BOD à 25°C, na ausência de luz. As avaliações para obtenção da curva de embebição foram realizadas a cada 2 horas nas primeiras 24 horas, e após este tempo, as avaliações ocorreram a cada 4 horas até protrusão radicular. Para avaliar o ganho de água pelas sementes, foi realizada a pesagem, em balança analítica, de uma semente e, posteriormente, do conjunto por repetição. A média dos dados das pesagens foi realizada em software Microsoft Excel 2007 (Microsoft, 2007) e determinada a quantidade de água embebida pelas sementes na figura 3.

**Figura 3**-B.O.D.(A), balança analítica (B) embebição com PEG (C), sementes de moringa embebida com e sem tegumentos de *Moringa oleifera*Lam. Lagoa Seca 2018.



### 3.1.2 Estresse hídrico

Para simular as condições de estresse hídrico, foram empregadas soluções de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) nos potenciais osmóticos de 0; -0,2; -0,4; -0,8 e -1,0 MPa. O nível 0 de potencial osmótico refere-se à testemunha (controle). Para a determinação da quantidade de PEG 6000 a ser adicionada no preparo de cada solução de potencial osmótico, foi utilizada a equação proposta por Michel e Kaufmann (1973) na equação 1:

$$\Psi_{os} = -(1,18 \times 10^{-4})C - (1,18 \times 10^{-4})C^2 - (2,67 \times 10^{-4})CT + (8,39 \times 10^{-7})C^2T \quad (01)$$

Onde:

$\Psi_{os}$  = potencial osmótico (bar);

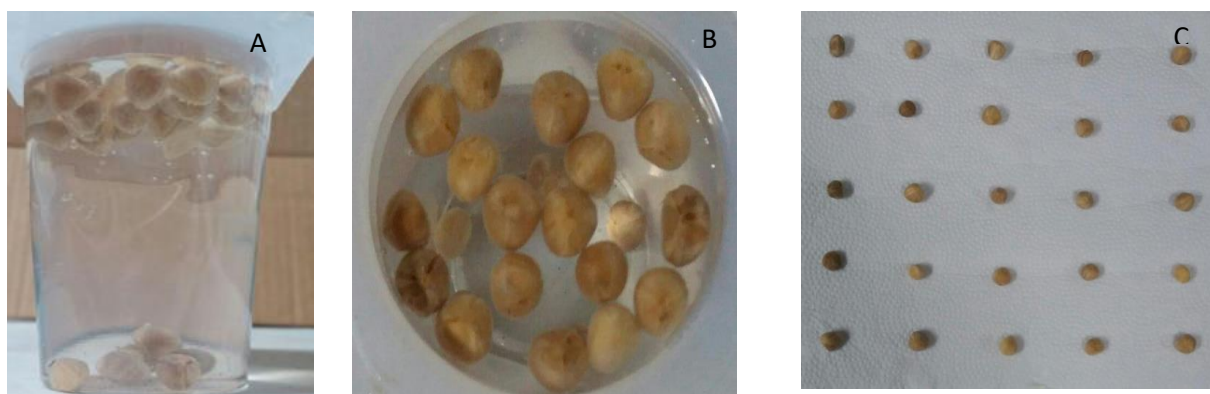
$C$  = concentração (g PEG 6000/L);

$T$  = temperatura (°C).

### 3.1.3 Pré-embebição como tratamento pré-germinativo

Foram utilizados dois lotes de sementes, um armazenado em sacos de polietileno em câmara fria, por três meses, e, outro, de sementes colhidas na semana do ensaio. As sementes de ambos os lotes foram submetidas a um tratamento pré-germinativo em água destilada por um período: 112 horas na figura 4.

**Figura 4**-Embebição das sementes durante 112 horas (A), sementes sem tegumento (B) distribuição das sementes em papel germitest (C), de *Moringa oleifera* Lam. Lagoa Seca 2018.



### 3.2 De viabilidade e vigor

#### a) Porcentagem de Germinação

Para avaliar o efeito de cada ensaio sobre as sementes foram utilizadas 100 sementes (quatro repetições de 25 sementes) para cada tratamento, distribuídas em rolo de papel, umedecidos com 2,5 vezes o seu peso.

Os rolos foram previamente identificados e colocados em sacos plásticos para não houvesse contato entre os tratamentos de diferentes concentrações. Estes foram mantidos a temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , sob luz contínua, em câmara de germinação tipo BOD (Marconi/modelo MA 403).

Foram computadas somente as plântulas normais segundo determinado pela Regra de Análises de Sementes (2009), salvo para o ensaio de restrição hídrica onde se considerou como semente germinada, aquela que apresentou protrusão radicular. As avaliações foram realizadas durante 14 dias em intervalos de 48 horas. A germinação foi expressa em porcentagem.

#### b) Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Foi calculado a partir da obtenção de plântulas normais, onde o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi expresso empregando-se a fórmula de Maguire (1962) na equação 02.

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \quad (02)$$

Onde:

$IVG$  = Índice de velocidade de germinação ( $\text{sementes} \cdot \text{dia}^{-1}$ );

$G_1, G_2, G_n$  = número de sementes germinadas computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem;

$N_1, N_2, N_n$  = número de dias da semente à primeira, segunda e à última contagem.

c) Tempo Médio de Germinação (TMG)

Foi calculado a partir da obtenção de plântulas normais, onde o Tempo Médio de Germinação (TMG) foi expresso empregando-se a fórmula de Labouriau, (1983) na equação 03.

$$TMG = \frac{\sum ni \cdot ti}{\sum ni} \quad (03)$$

Onde:

*TMG* = Tempo Médio de Germinação (sementes.dia<sup>-1</sup>);

*ni* = Número de sementes germinadas num intervalo de tempo;

*ti* = Intervalo de tempo de germinação.

d) Velocidade Média de Germinação (VMG) (LABOURIAU, 1983)

Foi calculada a partir da germinação das plântulas normais, onde a Velocidade Média de Germinação (VMG) foi expressa empregando-se a fórmula de Labouriau, (1983) na equação 04.

$$VMG = \frac{1}{TMG} \quad (04)$$

Onde:

*VMG* = Velocidade Média de Germinação (sementes.dia<sup>-1</sup>);

*TMG* = Tempo Médio de Germinação

.

### 3.2.2 Determinações morfológicas

#### a) Tamanho das plântulas

A determinação do tamanho da raiz primária, do hipocótilo e total das plântulas, foi realizada por meio de medições em milímetros (mm) com auxílio de paquímetro digital marca Diginess.

## **b) Massa seca**

Com o auxílio de estilete as plântulas foram seccionadas em parte aérea e raiz, removidos os cotilédones e colocadas em sacos de papel. Foram postas para secar em estufa de circulação de ar forçada modelo TE 394/2 marca Tecnal a  $80 \pm 2^\circ\text{C}$ , até que o peso das amostras se estabilizasse (CARGNIN et al., 2006). Após esse período, as plântulas foram pesadas em balança de precisão de 0,01 gramas. O resultado foi expresso em gramas.

### **3.3 Análises estatísticas**

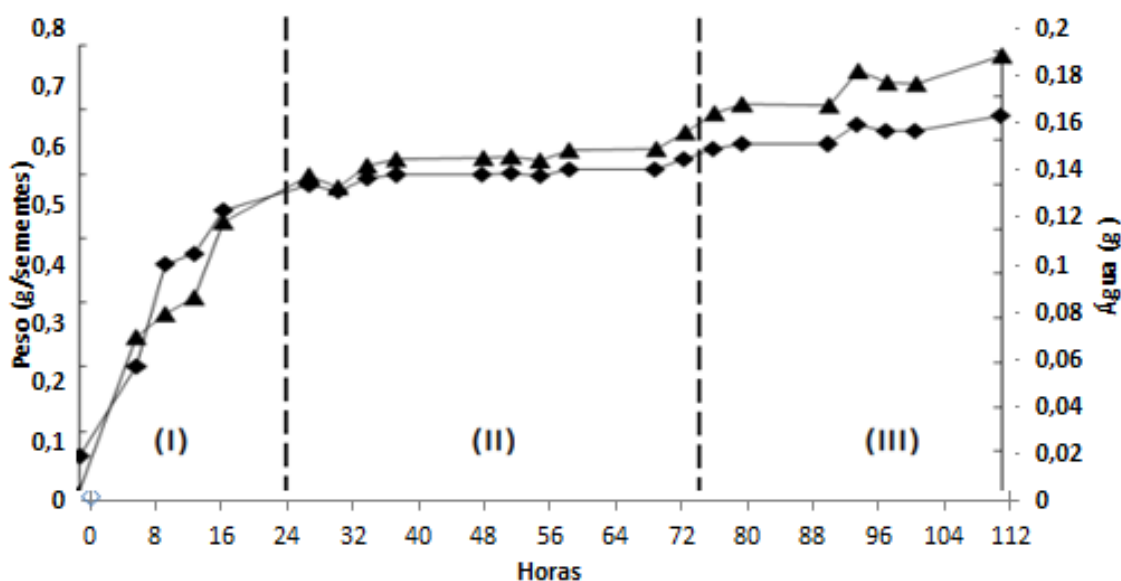
Os experimentos 4.1.2 a 4.1.5 foram montados em delineamento inteiramente casualizados e os resultados foram submetidos à análise de variância empregando o teste de F. Com auxílio dos pacotes estatístico SISVAR® foram comparadas as médias pelo teste de Tukey a 5%, salvo para as diferentes concentrações salinas e de restrição hídrica, nas quais foram realizadas a regressão polinomial.

## **4 RESULTADOSE DISCUSSÃO**

### **4.1 Curva de absorção de água**

A Figura 5 representa as alterações das curvas do peso (g) e da quantidade de água (g) que a semente absorve até a germinação. A germinação da moringa apresentou o modelo trifásico como proposto por Bewley e Black (1994). Ao total foram necessárias 112 horas de embebição para a emissão radicular e absorção total de 0,20 gramas de água pela semente para que ocorresse a germinação na figura 5.

**Figura 5-** Quantidade de água embebida [g/semente (▲)] e massa da semente [g (◆)] de *Moringa oleifera* Lam. Lagoa Seca 2018.



A absorção de água na primeira fase foi rápida (Fase I), seguido por uma fase estável (Fase II), e depois de uma retomada de água (Fase III), esta última só ocorre quando a germinação ocorre, em que o eixo embrionário alonga e rompe através de suas estruturas de cobertura (BEWLEY, 1997; MANZ et al., 2005).

Para as sementes de moringa, o início da Fase I foi observado nas primeiras horas, com alta velocidade de absorção de água e ganho de massa. Em termos absolutos, houve a absorção de 0,14 gramas de água por semente. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), essa fase possui duração de uma a duas horas, contudo, nas sementes de moringa durou 32 horas. Coll et al. (2001) explicam que a velocidade de absorção e a quantidade de água embebida variam com a natureza e composição do tegumento.

Entre as Fases I e II de embebição há a ativação enzimática. Especificamente na Fase I, há o início da hidratação da semente, e, conseqüentemente, de proteínas subcelulares, mudanças estruturais como a reparação de membranas e do DNA, além do início e aumento da respiração, acontecendo logo nas primeiras 12 horas. O aumento na atividade respiratória é proporcional ao aumento na hidratação dos tecidos da semente. A respiração é a quebra de açúcares para produzir moléculas de energia, como ATP (Trifosfato de adenosina) (BEWLEY e BLACK, 1994).

A proporção do tempo decorrido entre as Fases I (32 h) e II (50 h) comportou-se de acordo com o proposto por Bewley (1997), a Fase I foi a mais curta, já que nos primeiros



momentos de contato entre a semente e água, ocorre um ajuste do potencial matricial dos vários tecidos da semente e o meio germinativo, o que caracteriza a absorção bastante rápida e a alta velocidade de embebição. O período entre 32 e 84 horas ficou caracterizado como a Fase II. Esta é denominada de estacionária, sendo caracterizada pela redução drástica da velocidade de hidratação e da intensidade da respiração (BEWLEY e BLACK, 1994).

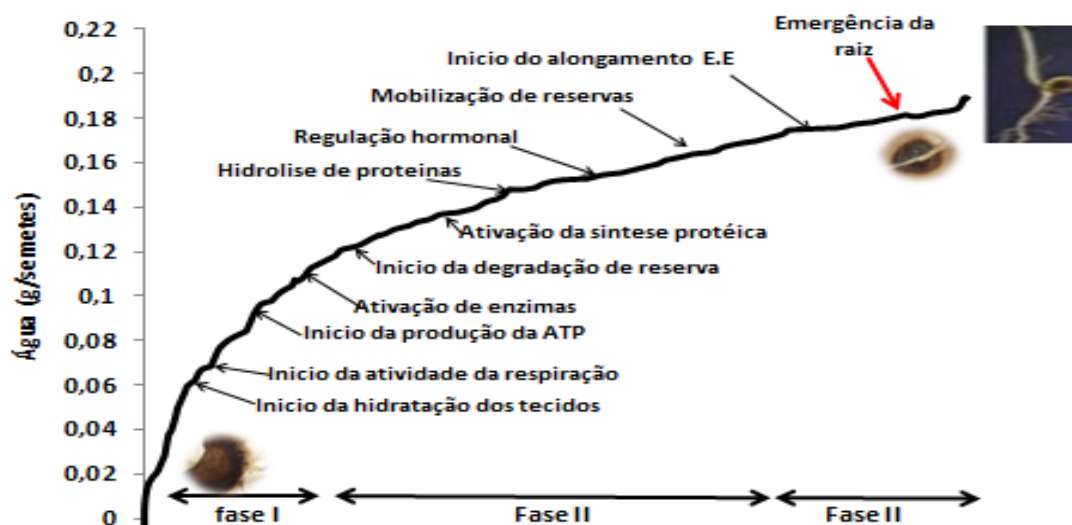
Nas sementes de moringa a quantidade de água embebida é bastante reduzida (0,02 g/sem.), todavia, a partir deste ponto há uma retomada da absorção de água e início da terceira fase. A Fase II apresenta predominantemente processos catabólicos. As enzimas são ativadas para a clivagem e a mobilização de reservas para o eixo embrionário, onde o tecido torna-se metabolicamente ativo. Geralmente, as enzimas que hidrolisam os carboidratos, lipídios, proteínas e ácido fítico são os primeiros a ser ativado durante a Fase II.

O eixo embrionário requer energia para o crescimento, e compostos de armazenamento devem ser hidrolisados a formas solúveis em água, para serem translocados do endosperma para o embrião. Nesta fase, ainda há uma regulação hormonal como forma de acionar as enzimas hidrolíticas e alongação dos vacúolos (CASTRO 2004).

Na Fase II, o RNA mensageiro (mRNA) é traduzido para a síntese de enzimas essenciais para a germinação. Com relação aos ácidos nucléicos, o aparecimento da raiz através do tegumento é causado pelo alongamento celular seguida de divisão celular, sendo a síntese do DNA só detectada após a protrusão radicular visível (Fase III). No presente trabalho, a Fase III apresentou maior tempo que a Fase I (48 horas) e uma embebição de 0,04 g/sem. Nesse estágio, o eixo embrionário já teria iniciado o alongamento, podendo ou não formar novas células, já que nesta fase a divisão celular não é essencial (BARROCO et al., 2005). Às 112 horas de embebição, houve a protrusão radicular; esta ocorre quando a força expansiva do embrião ultrapassou o sistema de retenção mecânica do endosperma e o tegumento rompe (HILHORST e TOOROP, 1997). O esquema representativo dos possíveis eventos metabólicos que ocorreram durante a embebição de sementes de moringa, tendo como fator a quantidade de água absorvida é apresentado na Figura 3.

Em sementes de espécies oleaginosas, como a moringa, onde há grande presença de óleo armazenado no endosperma, este deve ser degradado para obtenção de energia. Os lipídeos são degradados pela via da  $\beta$ -oxidação, pelo ciclo do glioxilato, sendo a principal enzima ativa no processo a lipase, a qual hidrolisa o óleo, transformando em glicose e frutose. A hidrólise de proteínas também ocorre e é feita por proteases sintetizadas sob a ação de giberelinas (SOMERVILLE et al., 2000) na figura 6.

**Figura 6-** Esquema representativo dos eventos metabólicos durante a embebição de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.), Lagoa Seca 2018.



Estudos como este, em determinam a curva de absorção de água pelas sementes é importante para auxiliar estudos de impermeabilidade do tegumento, determinar tratamentos com reguladores vegetais, de condicionamento osmótico ou até mesmo de pré-hidratação da semente.

#### 4.2 Restrição Hídrica com PEG-6000

Apresenta-se na Tabela 1 de resumo da ANAVA (Análise de Variâncias), o estresse hídrico em sementes de moringa, apresentou efeito sobre a viabilidade e vigor das sementes, e nos eventos pós-germinativos, salvo para massa seca do hipocótilo.

**Tabela 1.** Resumos das análises de variância para as variáveis, quadro de resumo da ANAVA, em que: C.V – Coeficiente de variação; G.L - Graus de liberdade; Q.M – Quadrados médios e F - Valor de F para as variáveis estudadas em *Moringa oleifera* Lam sob restrição hídrica com PEG-6000. Lagoa Seca, PB, 2018.

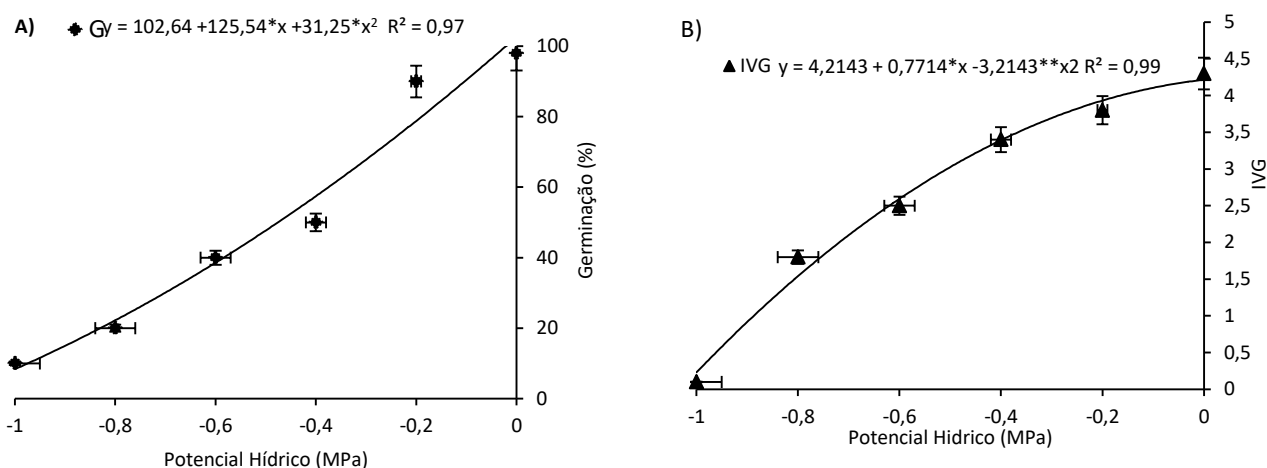
Variáveis	C.V. (%)	G.L	Q.M	F
Porcentagem de germinação	12,10	4	8224,80	189,221**
Índice de velocidade de germinação	14,11	4	44,415	199,545**
Tempo médio de germinação	3,92	4	89,570	1589**
Velocidade média de germinação	7,17	4	0,030	484,709**
Tamanho da raiz (mm)	25,03	4	1634,99	38,125**
Tamanho do hipocótilo (mm)	8,14	4	821,06	1038,392**
Tamanho da plântula (mm)	18,18	4	4386,02	96,489**

Massa seca da raiz (g)	36,94	4	0,012	33,029**
Massa seca do hipocótilo (g)	195,34	4	0,035	1,852 <sup>ns</sup>
Massa seca do total (g)	116,43	4	0,079	4,01*

\*\* -  $P < 0,001$ ; \* -  $P < 0,05$ ; <sup>ns</sup> – Não significativo.

Os resultados da porcentagem de germinação e IVG encontram-se na Figura 4. Houve comportamento similar entre a %G e IVG com a redução do potencial osmótico do substrato (Figura 7 A e B). O maior valor de germinação (96%) e IVG (4,10) foram verificados para a testemunha (sem restrição), seguido de decréscimo nas médias até não se observar mais eventos de germinação para os potenciais -0,2MPa.

**Figura 7.** Porcentagem-(A) (▲) e Índice de Velocidade-(B)(IVG)(◆) de Germinação de sementes de *Moringa oleifera* Lam.submetidas a restrição hídrica. UEPB, Lagoa Seca PB, 2018.

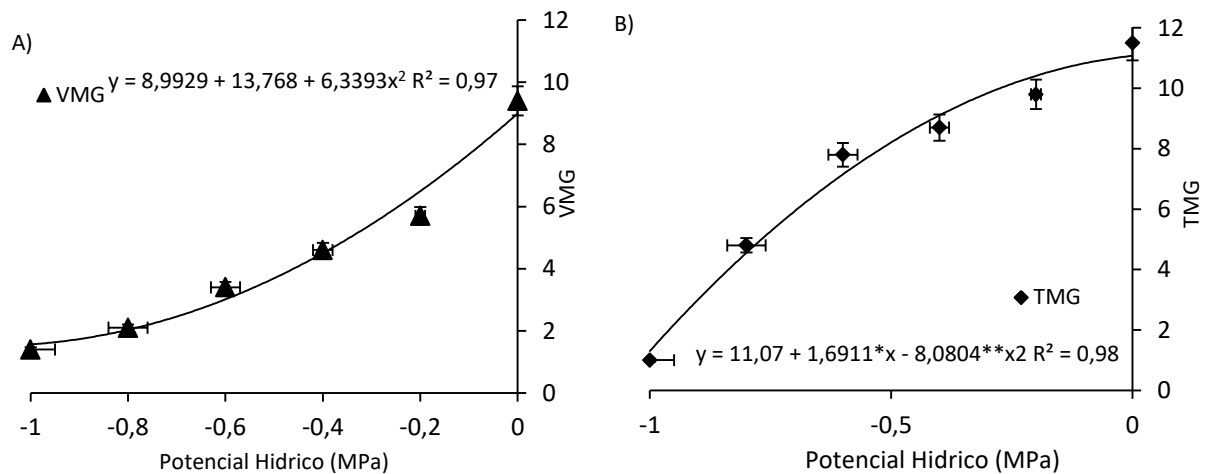


Em sementes de espécies encontradas no semiárido nordestino, quando submetidas ao estresse hídrico, percebe-se que a redução dos potenciais no substrato, promove um decréscimo da germinação até um ponto crítico, como, por exemplo, em faveleira (*Cnidocolusjuercifolius*Pax e K. Hoffm.), a qual a partir de -0,9 MPa, não se verifica eventos de germinação (SILVA et al., 2005). Já para São João (*Senna spectabilis* D.C.) este limite só foi possível a partir de -0,8 MPa (JELLER e PEREZ, 2001) e em barbatimão (*Stryphnodendronpolyphyllum* Mart.) isto ocorre somente em potenciais iguais ou acima de -0,7 MPa (TAMBELINI e PEREZ, 1998).

Ao se observar a curva de regressão polinomial para o tempo médio (TMG) e velocidade média de germinação (VMG) (Figura 8A e B), constata-se o mesmo comportamento das variáveis anteriores (IVG e %G), ou seja, há redução com o incremento

da restrição hídrica, sendo o melhor resultado para o VMG (0,20) e TMG (10,69) observado para a testemunha (0 MPa).

**Figura 8-** Velocidade Média de Germinação [VMG (▲)] e Tempo Médio de Germinação [(TMG) (◆)] de sementes de *Moringa oleifera* Lam. submetidas a restrição hídrica. UEPB, Lagoa Seca PB, 2018.



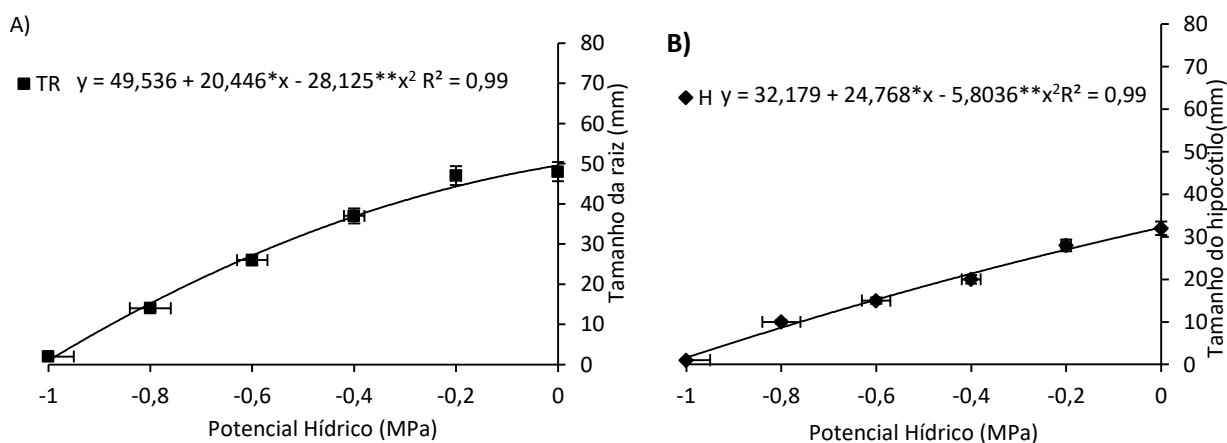
Com o incremento da restrição hídrica ocorre aumento no número de dias para a germinação inicial das sementes. O estresse hídrico, segundo Bewley e Black (1994), normalmente promove diminuição na porcentagem e na velocidade de germinação. Em sementes de bartimão (*Stryphnodendronpolyphyllum*), espécie de ampla ocorrência no nordeste brasileiro, a velocidade de germinação foi mais suscetível ao estresse do que a porcentagem de germinação, em que a partir de potenciais de -0,2MPa houve reduções significativas na velocidade de germinação destas sementes (TAMBELINI; PEREZ, 1998).

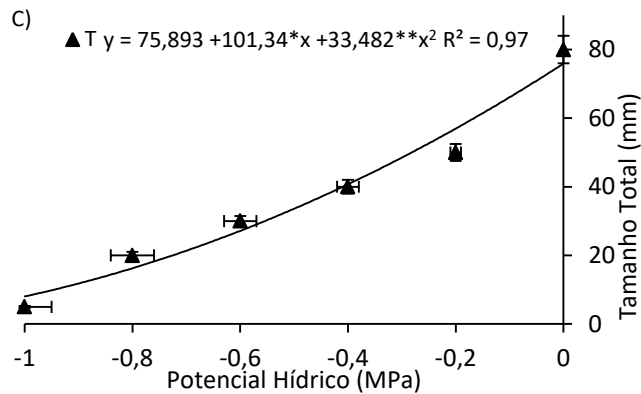
A velocidade com que as sementes germinam após a semeadura é de grande importância para estabelecimento satisfatório das plântulas no campo. O retardamento na germinação pode expor as sementes às condições desfavoráveis de temperatura, bem como ao ataque de pragas e de doenças, acarretando prejuízos ao desempenho das sementes (PESKE e DELOUCHE, 1985). Considerando-se o nível de estresse hídrico e a espécie sob esta condição, este tem um efeito negativo sobre a velocidade da germinação, sendo que, quanto maior a restrição hídrica, maior o tempo de germinação. Esta constatação também foi verificada em várias espécies encontradas no Nordeste brasileiro e, em especial, com espécies existentes no semiárido, como em manjeiroba (*Senna occidentalis* L.) (DELACHIAVE e

PINHO, 2003) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*Benth.). Na literatura, também, há referências de outras espécies que apresentam característica similares como angico (*Peltophorumdubium* S.) (PEREZ et al., 2001), barriguda (*Chorisiapeciosa*St.-Hill) (FANTI e PEREZ, 2003) e olho-de-dragão (*Anadenantherapavonina*L.) (FONSECA e PEREZ, 1999). Este fato ficou evidenciado para a moringa, já que com o aumento da restrição hídrica, promoveu redução dos eventos metabólicos pós-germinativos. Para as variáveis de tamanho das plântulas, houve um decréscimo acentuado em todas as variáveis (Figura 9).

O estresse hídrico promove redução nas variáveis de vigor, por alterar a permeabilidade da membrana celular e as propriedades das membranas dos vacúolos, permitindo a interação entre proteínas citoplasmáticas e enzimas degradativas ou, ainda, aumentando a degradação de proteínas por estimular a síntese de enzimas proteolíticas (ARAUJO,et al., 2017) O primeiro efeito mensurável nos primeiros estádios de desenvolvimento de plântulas sobre o estresse hídrico é a diminuição do crescimento, causada pela diminuição da expansão, e alongamento celular, pois ambas são sensíveis ao déficit hídrico. O estresse hídrico também provoca redução do crescimento em consequência do decréscimo da turgescência celular.

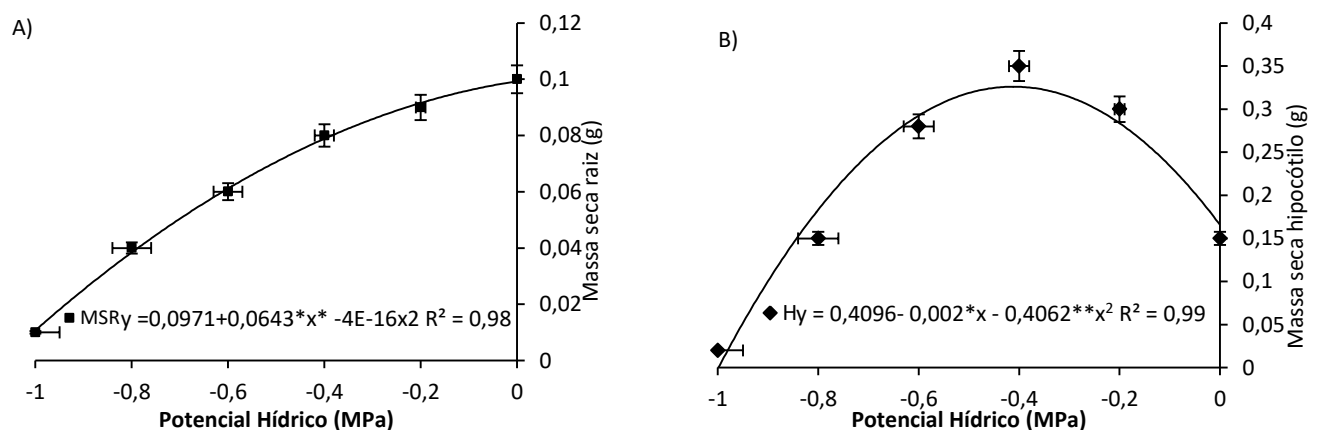
**Figura9-** Tamanho da raiz (■), hipocótilo (◆) e total (▲) de plântulas de *Moringa oleifera*Lam.submetidas a restrição hídrica. submetidas a restrição hídrica. UEPB, Lagoa Seca PB, 2018.

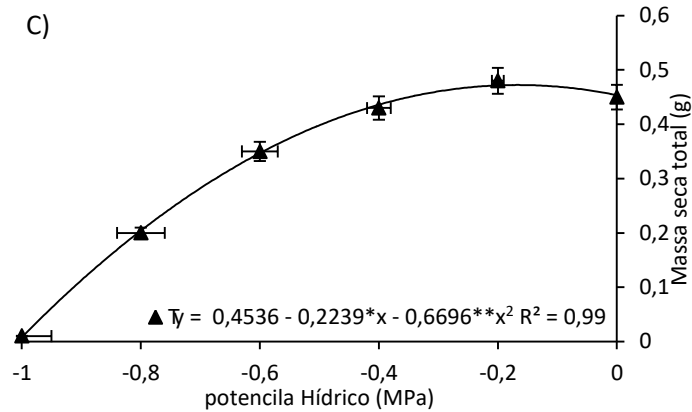




Observou-se que a restrição hídrica afetou a taxa de crescimento das plântulas de moringa, quando comparado com a testemunha. Para o potencial -0,2 MPa há uma redução de 50% e, para -0,4 MPa, diminuição de 70%. Nas soluções mais concentradas houve a redução do tamanho das plântulas, o que pode justificar a diminuição da atividade meristemática nas células, levando a um retardamento na emergência do hipocótilo e a uma menor taxa de crescimento radicular, promovido pela redução da expansão celular e conseqüentemente decréscimo na turgescência celular (FONSECA e PEREZ, 1999). Ao analisar o comportamento da massa seca das plântulas submetidas à restrição, verificou-se que a -0,2 MPa houve um incremento da massa e, a seguir, para os demais potenciais, um decréscimo para as variáveis de massa seca (Figura 8).

**Figura10-** Massa seca raiz (■), hipocótilo (◆) e total (▲) de plântulas de *Moringa oleifera* submetidas a restrição hídrica. UEPB, Lagoa Seca PB, 2018.





## 5 CONCLUSÕES

- ✓ As sementes de moringa absorvem 0,2 gramas de água e necessitam de 112 horas de embebição para a germinação;
- ✓ Moringa tolera estresse hídrico com limite máximo de germinabilidade a - 0,4MPa;
- ✓ O tratamento com sementes submergidas em água por 24 horas é eficiente para promover a melhor expressão da viabilidade e vigor em moringa;
- ✓ O vigor e a germinação das sementes e os eventos pós-germinativos de moringa são afetados, significativamente, quando estas são submetidas a níveis iguais ou superiores a -0,6 MPa.

## 6 REFERÊNCIAS

ARAUJO, E. D.; MELO, A. S.; ROCHA, M. S.; CARNEIRO, R. F.; ROCHA, M.M. genotypic variation on antioxidative response of cowpea cultivars exposed to osmotic stress. **Revistacaatinga**, vol.30 n°.4 , 929-937, 2017.

ADAM, N. M.; McDONNALD, M. B.; HENDERLONG, P. R. **The influence of seed position, planting and harvesting dates on soybean seed quality.** Seed Science and Technology, v.17, p.143- 152, 1989.

AGHALEHET, M.; NIKNAM, V.; EBRAHIMZADEH, H.; RAZAVI, K. **Salt stress effects on growth, pigments, proteins and lipid peroxidation in *Salicornia persica* and *S. europaea*.** *Biologia Plantarum*, v.53, n.2, p. 243-248, 2009

ALVES, J. M. B.; CAMPOS, J. N. B. **Impactos da Variabilidade Climática na agricultura de subsistência do estado do Ceará. In: Agricultura e Pecuária.** Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-FUNCEME. 2005. 26 p.

AOSA - Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook.** East Lansing, 1983. 93p.

ARBONA, V.; MARCO, A.J.; IGLESIAS, D.J.; LÓPEZ-CLIMENT, M.F.; TALON, M.; GÓMEZ-CADENAS, A. **Carbohydrate depletion in roots and leaves of salt-stressed potted *Citrus clementina* L.** *Plant Growth Regulation*, v.46, p.153-160, 2005.

BARROCO, R.M.; POUCKE, K.V.; BERGERVOET, J.H.W; VEYLDER, L.; GROOT, S.P.C; INZE, D.; ENGLER, G. **The role of the cell cycle machinery in resumption of postembryonic development.** *Plant Physiology*, v.137, p. 127–140, 2005.

BASU, R. N. Seed viability. In: BASRA, A. S. (Ed.) **Seed quality: basic mechanisms and agriculture implications.** New York: Food Products Press, 1995. p. 1-44.

BENECH –ARNOLD, R.L.; FENNER, M.; EDWARDS, P.J. **Changes in germinability ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L) Moench induced by water stress during grain filling.** *New Phytology*, v.118, p. 339-348, 1991.

BEWLEY, J.D. **Seed germination and dormancy.** *The Plant Cell*, v.9, n.7, p. 1055-1066, 1997.

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

BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G., MEDEIROS FILHO, S. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato.** *Horticultura Brasileira*, v. 22, n.2, p. 295-299, 2004.

BIANCHI, G.; GAMBA, A.; MURELLI, C.; SALAMINI, F.; BARTELS, D. **Novel carbohydrate metabolism in the resurrection plant *Craterostigma plantagineum*.** *The Plant Journal*, v.1, p.355-359, 1991.

BOHNERT, H.J.; NELSON, D.E.; JENSEN, R.G. **Adaptations to environmental stresses.** *Plant Cell*, v.7, p.1099 -111, 1995.

BRADFORD, K.J. **Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions.** *Hortscience*, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.



BRASIL. **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel**. Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2004. Disponível em:<<http://www.biodiesel.gov.br/>>.

BRASIL. RAS - **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 2009. 399p.

CÁCERES, A.; FREIRE, V.; GIRÓN, L.M.; A VILÉS, O.; PACHECO, G. **Moringaoleifera (Moringaceae): etnobotanical studies in Guatemala**. *Economic Botany*, v.45, n.4, p.522-523, 1991.

CARGNIN, A.; DE SOUZA, M.A.; DIAS, D.C.F.S.; MACHADO, J. C.; MACHADO, C.J.; SOFIATTI, V. **Tolerância ao estresse de calor em genótipos de trigo na fase de germinação**. *Bragantia*, v. 65, n. 2, p. 245-251, 2006.

CARVALHO, M.; NAKAGAWA, N.J. **Sementes. Ciência, Tecnologia e produção**. 2ªed. Campinas: Fundacao Cargill, 1993. 429 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Germinação de sementes**. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 326p.

CASTRO, H. G.; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H.; MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: Metabólitos Secundários**. 2ª Ed. Viçosa: UFV, 2004. 113p.

CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. **Embebição e reativação do metabolismo**. In: FERREIRA, A. G. ; BORGHETTI, F. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, p. 147-162, 2004.

COLL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCIA, B.S.; TAMES, R.S. **Fisiologia vegetal**. Madrid: Ediciones Pirámide, 2001. 566p.

CÔME, D.; TISSAOUI, T. **Interrelated effects of imbibition, temperature and oxygen on seed germination**. In: HEYDECKER, W. *Seed ecology*. London: Butterworth, 1973. p.157-168.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 2.ed. New York: Macmillan, 1985. 321p.

CUSTÓDIO, C.C.; MACHADO NETO, N. B.; MORENO, E. L. C.; VUOLO, B.G. **Water submersion of bean seeds in the vigour evaluation**. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.3, p.261-266, 2009.

DÉJARDIN, A.; SOKOLOV, L.N.; KLECZKOWSKI, L.A. **Sugar/osmoticum levels modulate differential abscisic acid-independent expression of two stress-responsive sucrose synthase genes in Arabidopsis**. *Biochemical Journal*, v.344, p.503-509, 1999.

DELACHIAVE, M.E.A.; PINHO, S.Z. **Germination of *Senna occidentalis* Link: seed at different osmotic levels**. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.46, p.163-166, 2003.

DIAS, D.C.F.S; MARCOS FILHO, J.. **Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (Glycinemax (L.) Merrill)**. ScientiaAgricola, v.53, n. 1, p. 31-42, 1996.

DREW, M.C. **Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia**. Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology, v.48, n.1, p.223- 250, 1997.

EGLEY, G.H. **Reflections on my career in weed seed germination research**. Seed science Research, v.9, n.1, p. 3-12, 1999.

EILERT, U.; WOLTERS, B.; NAHRSTEDT, A. **The antibiotic principle of seeds of Moringaoleifera and Moringastenopetala**. Journal Medicinal PlantReserch. v.42, p.55-61, 1981.

ELLIS, R.H.; SINNIAH, U.R.; JOHN, P. **Irrigation and seed quality development in rapid cycling brassica**. In: Black, M.; Bradford K.J., Vazquez-Ramos, J.(eds.). Seed Biology: Advances and Applications. Oxfordshire: CAB International, 2000. 528p.

ELT-OTMANI, M., LOVATT, C.J., COGGINS, JR., C.W.; AGUSTI, M. **Plant growth regulators in citriculture: Factors regulating endogenooursleves in Citrus tissue**. CriticalReviews in plantsSciences, v. 14, p.367-412, 1995.

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

FERREIRA, P. M. P.; FARIAS, D. F.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. U. **Moringa oleifera: bioactive compounds and nutritional potential**. Revista de Nutrição, v.21, n.4, p. 431-437, 2008.

FOLKARD, G.K.; SUTHERLAND, J.P.; GRANT, W.D. **Natural coagulants at pilot scale**; In: Pickford, J. (ed). Water, Environment and Management: Proc. of the 18th WEDC Conference, Kathmandu, Nepal, 30 Aug.-3 Sept.1992. Loughborough University Press, p. 51-54, 1993.

FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. de A. **Efeito de sais e da temperatura na germinação de sementes de olho de dragão (Anadenantherapavonina L. Fabaceae)**. Revista Brasileira de Sementes, v.21, n.2, p.70-77. 1999.

GASSENSCHMIDT, U.; JANY, K.D.; TAUSCHER, B.; NIEBERGALL, H. **Isolation and characterization of a flocculating protein from Moringaoleifera Lam**. Biochemistry Biophysical Acta, v.13, p.477-481, 1995.

GOLDBERG, R.B.; DE PAIVA, G.; YEDEGARI, R. **Plant embryogenesis: zygote to seed**. Science, v. 266, p.605-614, 1994.68

GORAI, M.; NEFFATI, M. **Germination responses of Reaumuriavermiculata to salinity and temperature**. Annals of Applied Biology, v.151, p. 53-59, 2007.

GORAI, M.; NEFFATI, M. **Influence of water stress on seed germination characteristics in invasive *Diplotaxis harra* (forssk.) boiss (Brassicaceae) in arid zone of tunisia.** Journal of Phytology, v.1, n.4, p. 249–254, 2009.

GUALBERTO, A.F.; FERRARI, G.M.; ABREU, K.M.P.; PRETO, B.L.; FERRARI, J.L. **Características, propriedades e potencialidades da moringa ( *Moringa oleifera* Lam.): aspectos agroecológicos.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.9, n.5, p.19-25, 2014.

HILHORST H.; TOOROP, P.E. **Review on dormancy, germinability, and germination in crop and weed seeds.** Advances in Agronomy, v.61, p.111-165, 1997.

INCRA/FAO - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária/Organização para a Agricultura e a Alimentação. **Novo Retrato da Agricultura Familiar. O Brasil Redescoberto.** Ministério do Desenvolvimento Agrário. Brasília, 2000. 74p.

ISTA - International Seed Testing Association. **International rules for seed testing.** Zurique: ISTA, 2009. 176p.

JAHN S.A.A.; MUSNAD H.A.; BURGSTALLER H. **The tree that purifies water: Cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan.** Unasyuva, v.38, p.23-28, 1986.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. **Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*.** Revista Ciência Florestal, Santa Maria, v.11, n.1, p.93-104, 2001.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. São Paulo: USP, 2004, p. 386 - 408. KHAN, A.A. **Introduction of dormancy in no dormant seeds.** Journal of American Society of Horticultural Science, v.119, n.3, p.408-413, 1994.

KLEINES, M.; ELSTER, R.C.; RODRIGO, M.J.; BLERVACQ, A.; SALAMINI, F.; BARTELS, D. **Isolation and expression analysis of two stress-responsive sucrose synthase genes from the *Craterostigma plantagineum* (Hochst).** Planta, v.25, p.13-24, 1999.

KOORNNEEF, M.; KARSSSEN, C.M. **Seed dormancy and germination.** In: MEYEROWITZ, E.M.; Sommerville, C.R. (ed.) Arabidopsis. Cold Spring Harbor: Laboratory Press, 1994. p.313-334.

KOVTUN, Y.; CHIU, W.L.; TENA, G.; SHEEN, J. **Functional analysis of oxidative stress-activated mitogen-activated protein kinase cascade in plants.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v.97, p.2940-2945, 2000.

KRAMER, P.J. **Water relations on plants.** New York: Academic Press, 1983. 496 p.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes.** Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983.

LAROUSSE, **Grande Enciclopédia Delta.** Nova Cultural, v.11, 1998. 2701p.

LARSON, L.; KIEMNEC, G. **Differential germination by dimorphic achenes of yellow starthistle (Centaureasolstitialis L.) under water stress.** *Journal of Arid Environments*, v. 37, p.107–114, 1997.

LORENZI, H., MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil – nativas e exóticas cultivadas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 346-347, 2002.

MAGUIRE, J.A. **Speed of germination: aid in selection and evolution for seedling emergence and vigor.** *Crop Science*, v.2, p.176-177, 1962.

MANZ, F.; MULLER, K.; KUCERA, B.; VOLKE, F.; LEUBNER-METZGER, G. **Water Uptake and Distribution in Germinating Tobacco Seeds Investigated in Vivo by Nuclear Magnetic Resonance Imaging.** *Plant Physiology*, v. 138, n.3, p. 1538-1551, 2005.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja.** Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86p.

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

MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado.** In: Krzyzanowski, F.C., R.D. Vieira e J.B. França-Neto (eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes.* Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999, p. 1-24.

McDONALD, M. B. **Seed deterioration: physiology, repair and assessment.** *Seed Science and Technology*, v.27, p.177-237, 1999.

MEINKE, D.W. **Molecular genetics of plant embryogenesis.** *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.46, p. 369-394, 1995

MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. **The osmotic potential of polyethylene glycol 6000.** *Plant Physiology*, v.51, p.914-916, 1973.

MICROSOFT. **Microsoft Office 2007.** Disponível em: <http://office.microsoft.com/enus/products/FX101211561033.aspx>.

MONTEIRO, J.M.G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semi-árido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às 73 mudanças climáticas.** 2007. 302p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

OKUDA, T.; BAES, A.U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M. **Isolation and characterization of coagulant extracted from Moringaoleifera seed by salt solution.** *Water Research*, v.35, n.2, p. 405-410, 2001.

PEREZ, S.C.J.A.; WANLI, Z.; LEIHONG, L. **Pré condicionamento e seus efeitos em sementes de Canafístula [(Peltophorumdubium (Spreng) Taub)].** *Revista Brasileira de Sementes*, v.23, n.1, p. 146-153, 2001.

PEREZ, S.C.J.G.A. **Ecofisiologia de sementes florestais**. Informativo ABRATES, Londrina, v.5, n.3, p.13-30, 1995.

PESKE, S.T.; DELOUCHE, J.C. **Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.20, v. 1, p .69-85, 1985.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed., Brasília:AGICLAN, 1985. 289p.

PRISCO, J.T.; ENÉAS FILHO, J.R.; GOMES FILHO, E. **Effect of NaCl on Cotyledon starch mobilization during germination of Vigna unguiculata (L) Walp seeds**. Revista Brasileira de Botânica, v. 4, n. 1, p. 63-71, 1981.

QUN, S.; WANG, J.; SUN, B. **Advances on seed vigor physiological and genetic mechanisms**. Agricultural Sciences in China, v.6, n.9, p.1060-1066, 2007.

RAMANJULU, S.; BARTELS, D. **Drought and desiccation induced modulation of gene expression in plants**. Plant, Cell & Environment, v.25, p.141-151, 2002.

REDDY, R.V.S., RAO, M.S., RAMAVATHARAM, N.; REDDY, K. S., **Chemical composition of sweet orange**. Indian Journal of Agricultural Science, v. 61, p.207- 209, 1991.

SCHWACKE, R.; GRALLATH, S.; BREITKREUZ, K.E.; STRANSKY, E.; STRANSKY, H.; FROMMER, W.B. RENTSCH, D. **LeProT1, a transporter for proline, glycine betaine and  $\gamma$ -amino butyric acid in tomato pollen**. Plant Cell, v.25, p. 377-391, 1999.

SHEVELEVA, E.; CHMARA, W.; BOHNERT, H.J.; JENSEN, R.G. **Increased salt and drought tolerance by d-ononitol production in transgenic Nicotiana tabacum L**. Plant Physiology, v. 25, p.1211-1219, 1997.

SILVA, A.R.; KERR, W.E. **Moringa: uma nova hortaliça para o Brasil**. Uberlândia, MG: UFU/DIRIU, 95 p. 1999.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B.; MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A. **Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de Cnidioscolusjuercifolius**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.1, p.66- 72, 2005.

SOMERVILLE, C.; BROWSE, J.; JAWORSKI, J.; OHLROGGE, J. Lipids. In: Buchanan, B.B.; Gruissen, W.; Jones, R.L. (eds.). **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**, American Society of Plant Physiologists. Rockville: Maryland, 2000, p. 507-512.

SOUSA, E. **Moringa**. In: Enciclopédia Luso-Brasileira da Cultura, Edição Século XXI Volume XX. Braga: Editorial Verbo, 2001.

SOUZA, T.M.A.; SOUSA, T.A.; NETO, H.T.O.; SOUTO, L.S.; FILHO, J.A.D.; MEDEIROS, A.C. **Crescimento e desenvolvimento inicial da cultura da moringa**

(*Moringa oleifera* Lam.). Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, vol.10.,n° 5.,p. 103-107, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**.5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 719p.

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