



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

ERIVANESSA COSTA SOUSA

**MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE JAMBU (*Acmella oleracea* L.  
R. K. Jansen)**

MOSSORÓ-RN

2018

ERIVANESSA COSTA SOUSA

**MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE JAMBU (*Acmella oleracea* L.  
R. K. Jansen)**

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

Linha de Pesquisa: Tecnologia de Sementes

Orientador: Salvador Barros Torres, Prof. Dr.

Co-Orientador: Alek Sandro Dutra, Prof. Dr.

MOSSORÓ-RN

2018

©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.

S725m Sousa, Erivanessa Costa.  
Morfologia e germinação de sementes de Jambu  
(Acmella oleracea L.R.K. Jansen) / Erivanessa  
Costa Sousa. - 2018.  
80 f. : il.

Orientador: Salvador Barros Torres.  
Coorientador: Alek Sandro Dutra.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia, 2018.

1. Acmella oleracea. 2. Asteraceae. 3.  
Morfofisiologia. 4. Temperatura. 5. Déficit  
hídrico. I. Torres, Salvador Barros, orient. II.  
Dutra, Alek Sandro, co-orient. III. 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.

ERIVANESSA COSTA SOUSA

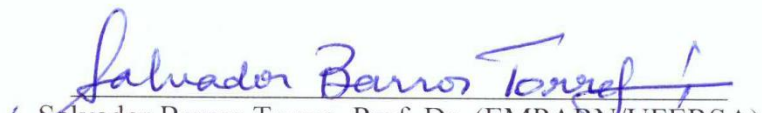
**MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE JAMBU (*Acmella oleracea* L.  
R. K. Jansen)**


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

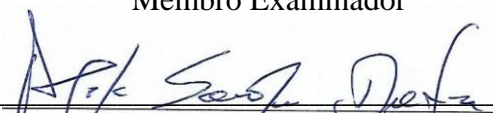
Linha de Pesquisa: Tecnologia de Sementes

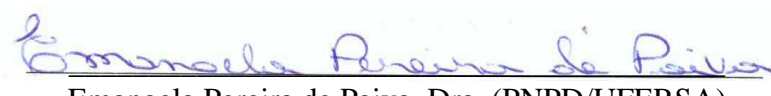
Defendida em: 23 / 02 / 2018.

**BANCA EXAMINADORA**

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

  
Danielle Marie Macedo Sousa, Profa. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador

  
Alek Sandro Dutra, Prof. Dr. (UFC)  
Membro Examinador

  
Emanoela Pereira de Paiva, Dra. (PNPD/UFERSA)  
Membro Examinador

À minha família, em especial à minha avó Maria José, minha mãe, Arivanilza Costa, e meu irmão Cleyson Costa, pela força, apoio, amor e fé depositados em mim.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, amparo e sabedoria em todos os momentos;

Aos meus pais, Benedito Cartagenes e Arivanilza Costa, que me apoiaram, investiram e incentivaram todos os meus passos acadêmicos, para que eu chegasse até aqui; e meu irmão, Cleyson Costa, por todos os momentos vividos;

Ao meu noivo Fernando Sarmiento, que me ajudou em todas as etapas desse trabalho, e ainda, me proporcionou amor, carinho, dedicação, amizade, paciência e incentivo;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade de participar do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia e realização do curso de Mestrado;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor e orientador Salvador Barros Torres, a quem eu chamo carinhosamente de “papai Salvador”, pela orientação, ensinamentos, conselhos, respeito e ajuda durante minha estabilização nesta cidade;

Às professoras Clarisse Pereira Benedito e Danielle Marie Macedo Sousa, pela orientação, conselhos, amizade e contribuições para melhoria deste trabalho;

Ao professor Sérgio Gusmão, pela concessão das sementes de jambu para o trabalho;

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, em especial a Sara Monaliza Carvalho, pela ajuda, amizade e pelos momentos vividos no laboratório;

Ao laboratório de Plasma, pela concessão do espaço e aparelho para as fotografias e, em especial, ao Jussier de Oliveira Vitoriano, pela disponibilidade;

Aos membros da banca, pela compreensão, colaboração e sugestões no trabalho;

A todos os amigos do Laboratório de Análise de Sementes, por todos os momentos vividos; em especial os amigos Kleane Pereira, Moadir Leite, Caio Leal e Washington Brito, que me ajudaram durante todo o trabalho e fazem parte desta caminhada;

A irmã que ganhei durante essa jornada, Brenna Veríssimo, pela ajuda, carinho, afeto e amizade;

À minha amiga Camila Gurgel, pela convivência e acolhimento no primeiro ano de mestrado, e sua cadela Lolla, pelo companheirismo e amor;

Ao meu amigo Marcelo Felipe, que me apoiou e incentivou desde o começo;

E àqueles que não foram mencionados, mas que, direta ou indiretamente, participaram desta conquista.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

O jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) é uma espécie herbácea não convencional, utilizada para fins medicinais e alimentícios, com poucas informações relacionadas aos aspectos agrônômicos, principalmente no tocante à tecnologia de sementes. Diante disso, objetivou-se avaliar os aspectos morfológicos de plântulas e a germinação de sementes de jambu sob diferentes temperaturas e déficit hídrico. Para isso, foram desenvolvidos três experimentos no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN. No primeiro experimento, utilizamos amostras de 100 sementes de duas procedências (Belém e Castanhal, PA), realizando a biometria das sementes (comprimento, largura e espessura), peso de mil sementes, número de sementes  $g^{-1}$  e teor de água. Também realizamos as descrições das estruturas externas das sementes e plântulas e o monitoramento da curva de embebição. No segundo experimento, as sementes das duas procedências foram colocadas para germinar nas temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35 °C e alternadas de 20-30 e 25-35 °C, sob fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro. As características avaliadas foram: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas. No terceiro experimento, as sementes das duas procedências foram colocadas em substrato umedecido com soluções de PEG 6000 e manitol nos potenciais osmóticos de 0,0; -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa. Avaliou-se a germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para ambos os experimentos. A germinação de sementes de jambu é do tipo epígea, sendo a plântula fanerocotiledonar, com cotilédones foliáceos. A protrusão da radícula inicia-se a partir do primeiro dia após a sementeira e o surgimento de plântulas dotadas de estruturas essenciais definidas ocorre a partir do quarto dia. Verificou-se que o teste de germinação do jambu pode ser conduzido sob temperaturas constante de 25 e 30 °C e alternada de 20-30 °C. A diminuição do potencial hídrico prejudicou as características analisadas, com nível de tolerância máxima em -0,2 MPa em PEG e em potenciais osmóticos iguais ou inferiores a -0,6 MPa em manitol.

**Palavras-chave:** *Acmella oleracea*. Asteraceae. Morfologia. Temperatura. Déficit hídrico.

## ABSTRACT

Jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) is an unconventional herbaceous species, used for medicinal and food purposes, with little information related to the agronomic aspects, mainly in relation to seed technology. The objective was to evaluate the morphological aspects of seedlings and the germination of jambu seeds under different temperatures and water deficit. For that, three experiments were developed in the Laboratory of Seed Analysis (LAS) of the Federal Rural University of the Semi-Arid, Mossoró, RN. In the first experiment, samples of 100 seeds from two sources (Belém and Castanhal, PA) were used, where seed biometry (length, width and thickness), weight of one thousand seeds, number of seeds  $\text{g}^{-1}$  and content of water. Also, the descriptions of the external structures of the seeds and seedlings and the monitoring of the imbibition curve were realized. In the second experiment, the seeds of the two sources were placed to germinate at constant temperatures of 20, 25, 30 and 35 ° C and alternating between 20-30 and 25-35 ° C, under a photoperiod of 12 h light and 12 h dark. The evaluated characteristics were: germination, germination speed index, seedling length and dry mass. In the third experiment, the seeds of the two sources were placed on a substrate moistened with solutions of PEG 6000 and mannitol at the osmotic potentials of 0,0; -0.2; -0.4; -0.6 and -0.8 MPa. Germination, germination speed index, seedling length and dry mass were evaluated. The experimental design was a completely randomized design, with four replications for both experiments. The germination of jambu seeds is of the epigene type, with the seedling being phanerocotonon, with foliaceous cotyledons. The radicle protrusion starts from the first day after sowing and the emergence of seedlings with definite essential structures occurs from the fourth day. It was verified that the germination test of the jambu can be conducted under constant temperatures of 25 and 30 ° C and alternating between 20-30 ° C. The decrease in water potential impaired the analyzed characteristics, with a maximum tolerance level of -0.2 MPa in PEG and osmotic potentials equal to or less than -0.6 MPa in mannitol.

**Keywords:** *Acmella oleracea*. Asteraceae. Morphology. Temperature. Water deficit.



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

- Figura 1. Desenvolvimento germinativo de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) nos primeiros 6 dias após a semeadura. UFERSA, Mossoró, RN, 2018. cp = com pálea; sp = sem pálea; rd = radícula; rp = raiz primária; hp = hipocótilo; pl = pelos; tg = tegumento; ct =cotilédones.....40

## LISTA DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO II

- Gráfico 1. Distribuição da frequência do comprimento, largura e espessura das sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de Belém (A, B e C) e Castanhal (D, E e F). UFERSA, Mossoró, RN, 2018.....38
- Gráfico 2. Germinação de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) nos primeiros seis dias após a semeadura. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.....41
- Gráfico 3. Curva de embebição de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen). UFERSA, Mossoró, RN, 2018.....42

### CAPÍTULO III

- Gráfico 1. Germinação (%) de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará e conduzidas em diferentes temperaturas. UFERSA, Mossoró, RN, 2018. ....54
- Gráfico 2. Comprimento de plântulas (cm) de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará e conduzidas em diferentes temperaturas. UFERSA, Mossoró, RN, 2018. ....56

### CAPÍTULO IV

- Gráfico 1. Germinação de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará, conduzida sobre déficit hídrico induzido por PEG 6000 (A) e manitol (B e C). UFERSA, Mossoró, RN, 2018.....71
- Gráfico 2. Índice de velocidade de germinação de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará, conduzido sobre déficit hídrico induzido por PEG 6000 (A) e manitol (B). UFERSA, Mossoró, RN, 2018.....73
- Gráfico 3. Comprimento de plântulas de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará, conduzido sob déficit hídrico induzido por PEG 6000 (A) e manitol (B). UFERSA, Mossoró, RN, 2018.....75

Gráfico 4. Massa seca de plântulas de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará, conduzido sob déficit hídrico induzido por PEG 6000 (A) e manitol (B). UFERSA, Mossoró, RN, 2018. ....76

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

- Tabela 1. Valores médios de peso de mil sementes, teor de água e número de sementes  $g^{-1}$  de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do Pará. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.....36
- Tabela 2. Valores mínimos, máximos, médios e coeficiente de variação (C.V.), para as variáveis comprimento, largura e espessura de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do Pará. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.....37

### CAPÍTULO III

- Tabela 1. Resumo da análise de variância da germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MS) para sementes de jambu (*Acmella oleracea* L.R.K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará e conduzidas em diferentes temperaturas. UFERSA, Mossoró, RN, 2018 .....53
- Tabela 2. Índice de velocidade de germinação de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará e conduzidas em diferentes temperaturas. UFERSA, Mossoró, RN, 2018 ..... 55
- Tabela 3. Massa seca de plântulas (mg) de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará e conduzidas em diferentes temperaturas. UFERSA, Mossoró, RN, 2018 ..... 57

### CAPÍTULO IV

- Tabela 1. Resumo da análise de variância da germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MS) para sementes de jambu (*Acmella oleracea* L.R.K. Jansen), provenientes de duas localidades do estado do Pará, conduzido sobre déficit hídrico induzido por PEG 6000 e manitol. UFERSA, Mossoró, RN, 2018 ..70

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	15
<b>INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	15
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
2.1 Características gerais da espécie.....	17
2.2 Germinação.....	18
2.3 Embebição de sementes.....	18
2.4 Morfologia da germinação.....	20
2.5 Biometria de sementes.....	21
2.6 Temperatura.....	22
2.7 Déficit hídrico.....	22
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24
<b>CAPÍTULO II</b> .....	29
<b>EMBEBIÇÃO E MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE JAMBU</b> <b>(<i>Acmella oleracea</i> L. R. K. Jansen)</b> .....	29
<b>RESUMO</b> .....	29
<b>ABSTRACT</b> .....	30
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	31
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	33
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	36
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	44
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45
<b>CAPÍTULO III</b> .....	48
<b>GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Acmella oleracea</i> L. R. K. Jansen SOB</b> <b>DIFERENTES TEMPERATURAS</b> .....	48
<b>RESUMO</b> .....	48
<b>ABSTRACT</b> .....	49

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	50
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	51
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	53
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	59
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	60
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	63
<b>DÉFICIT HÍDRICO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE JAMBU</b> <b>(<i>Acmella oleracea</i> L. R. K. Jansen)</b> .....	63
<b>RESUMO</b> .....	63
<b>ABSTRACT</b> .....	64
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	65
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	67
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	70
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	78
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	79

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

#### 1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Acmella* é constituído de 30 espécies herbáceas, anuais e perenes, com hábitos de crescimento emaranhado e ereto, sendo que 10 ocorrem no Brasil, dentre elas inclui-se *Acmella oleracea* L. R. K. Jansen, amplamente reconhecida por suas propriedades farmacêuticas e inseticidas (JANSEN, 1985). Além disso, é uma importante fonte de renda para os agricultores, notadamente os da região metropolitana de Belém, PA, que cultivam e comercializam para fins gastronômicos e medicinais (HOMMA et al., 2011).

Por meio do conhecimento da germinação das sementes e do desenvolvimento da plântula, é possível distinguir e agrupar famílias botânicas diversas e até mesmo diferenciá-las em subfamílias, gêneros e espécies, contribuindo nos estudos sobre regeneração e nos trabalhos de tecnologia de sementes, além de colaborar para o estudo de dispersão, sucessão e regeneração da espécie (SANTOS et al., 2014). A biometria de frutos e sementes, juntamente com o conhecimento da morfologia e desenvolvimento das plântulas, é imprescindível para auxiliar em estudos sobre germinação e produção de mudas para recomposição vegetal (LEONHARDT et al., 2008).

Diversos fatores internos e externos influenciam a germinação. Dentre esses fatores, a água é um dos mais importantes, pois por meio de sua absorção (embebição) ocorre a reidratação dos tecidos e, conseqüentemente, intensificação da respiração e das demais atividades metabólicas, fornecendo as condições necessárias à retomada do crescimento do embrião (MARCOS-FILHO, 2015). Sua entrada na semente, regulada pelo potencial hídrico celular, se dá por meio tanto de capilaridade quanto difusão, no sentido do maior para o menor potencial hídrico (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Neste sentido, potenciais hídricos externos muito negativos podem retardar ou diminuir esse processo, afetando sua absorção e, conseqüentemente, a germinação (MORTELE et al., 2008).

Uma das técnicas para simular condições de baixa umidade no substrato em laboratório tem sido o uso de soluções aquosas com diferentes potenciais osmóticos (MACIEL et al., 2015). Essas soluções podem provocar atraso no processo germinativo ou diminuição na porcentagem final de germinação.

Outro fator que influencia o processo germinativo é a temperatura, tanto no aspecto da germinação total como da velocidade em que ocorre porque a temperatura interfere na dinâmica da absorção de água, nos limites e velocidade das reações bioquímicas, além dos processos fisiológicos que determinam todo o processo germinativo (MARCOS-FILHO, 2015).

Estudos relacionados à resposta germinativa de sementes às condições de estresses artificiais têm importância especial para ecofisiologia, e constituem-se em ferramentas que possibilitam a avaliação dos limites de tolerância, sobrevivência e adaptação das espécies às condições de estresses naturais, como déficit hídrico, temperatura e salinidade (GUEDES et al., 2013).

Apesar disso, são poucas as informações relacionadas à tecnologia de sementes para *A. oleracea*, sendo necessários estudos visando ao conhecimento da morfologia da germinação de sementes e plântulas, assim como o entendimento dos efeitos ambientais, como déficit hídrico e temperatura sobre o processo germinativo, resultados que podem auxiliar na identificação da espécie em estágio juvenil, conhecer os fatores que influenciam a germinação, para que possam ser conduzidos de forma adequada, para potencializar a porcentagem e sua velocidade e conhecer sua tolerância em ambientes com deficiência hídrica e variações térmicas.

Dessa forma, objetivou-se verificar os aspectos morfológicos de plântulas de *A. oleracea* durante o desenvolvimento germinativo, e avaliar os efeitos de diferentes temperaturas e déficit hídrico na germinação de sementes.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Características gerais da espécie

*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen faz parte de uma das maiores famílias, a Asteraceae, com cerca de 1.600 gêneros e 23.000 espécies (ANDENBERG et al., 2007). Estas espécies estão distribuídas em todos os continentes, porém com maior abundância nas regiões temperadas e semiáridas dos trópicos e subtropicais. No Brasil, essa família é representada por 250 gêneros e 2.000 espécies (SOUZA; LORENZI, 2008).

*A. oleracea* está inserida na tribo Heliantheae e ao gênero *Acmella*, que possui vários sinônimos, como *Spilanthes acmella*, *Spilanthes oleracea*, *Acmella ciliata* Kunth, *Cotula pyretharia* L., *Spilanthes fusca* Mart e *Bidens fervida* Lan. (GIBF, 2016). Popularmente, é conhecida como jambu, agrião-do-norte, agrião-do-pará, agrião-do-brasil, abecedária, jambuassu, erva-maluca e jamburana (HOMMA et al., 2011). É uma planta autóctone, herbácea perene de pequeno porte (20 a 30 cm de altura). Suas flores são amarelas e hermafroditas, dispostas em capítulos. O fruto é do tipo aquênio, oblongo com pericarpo de cor cinza, envolvidos parcialmente por uma pálea. As sementes são achatadas e de tamanho diminuto. É normalmente encontrada na América do Sul (Brasil, Colômbia, Guianas e Venezuela) em áreas cultivadas ou espontaneamente (CARDOSO, 1997; HOMMA et al., 2011; COSTA et al., 2013).

As espécies da família Asteraceae apresentam um sistema químico de defesa que ajuda no seu processo evolutivo, como a combinação de poliacetilenos e lactonas sesquiterpênicas (ROQUE; BAUTISTA, 2008). Os mesmos autores comentam ainda que talvez essa característica peculiar seja a principal responsável pela importância econômica da família na medicina tradicional. Além disso, são usadas como produtos alimentícios, na produção de cosméticos ou como atributos ornamentais.

O jambu possui o óleo essencial à base de espilantol, composto bioativo rico em propriedades antioxidantes, diuréticas e anti-inflamatórias, cujo potencial pode ser utilizado nas indústrias farmacêutica, cosmética e de higiene pessoal (COSTA et al., 2013). Diante disso, essa espécie vem sendo largamente usada na medicina popular paraense como analgésica, antigripal, antiasmática, anti-inflamatória e cicatrizante (LORENZI; MATOS, 2002).

Além do uso medicinal, é muito utilizada na culinária paraense, por ser uma hortaliça não convencional e nativa da região amazônica, estando presente em saladas e pratos típicos da região (OLIVEIRA; INNECCO, 2012; COSTA et al., 2013).

## **2.2 Germinação**

A avaliação da qualidade fisiológica de sementes é determinada geralmente pelo teste de germinação em laboratório sob condições favoráveis, que permite conhecer o máximo potencial de produção de plântulas normais de um lote, determinar a taxa de semeadura e servir como parâmetro de comercialização de sementes (FRANZIN et al., 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; ALVES et al., 2014). A germinação é um processo biológico com sucessão de eventos fisiológicos, regulado por fatores como água, luz e temperatura (MELO et al., 2014). Segundo os botânicos, a germinação é definida como a retomada do crescimento do embrião e consequente rompimento do tegumento pela radícula (BORGES; RENNA, 1993). Para os tecnologistas de sementes, compreende a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, originando uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis (MACHADO et al., 2002).

O teste de germinação deve ser realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). No entanto, para algumas espécies, como a *A. oleracea*, essas informações ainda são inexistentes, o que reforça a necessidade desses estudos.

## **2.3 Embebição de sementes**

A absorção de água pela semente é um primeiro passo essencial para a germinação. Este processo, sob as condições ótimas, ocorre de acordo com o padrão trifásico. Na fase I, a absorção é extremamente rápida, devido à diferença de força matricial entre a semente e o substrato, e ocorre independentemente do estado fisiológico da semente, pode ocorrer sob condições anaeróbicas e baixas temperaturas, em sementes viáveis, ou não viáveis e dormentes (BEWLEY et al., 2013; MARCOS-FILHO, 2015).

É nessa fase que ocorre o início da degradação das substâncias de reserva (carboidratos, proteínas e lipídios), que serão desdobradas em substâncias de menor tamanho molecular, permitindo um transporte mais fácil, para nutrir o eixo embrionário até a plântula desenvolver um sistema radicular (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Ademais, surgem os primeiros sinais da reativação do metabolismo, com aumento acentuado da atividade respiratória e liberação de energia para a germinação, ativação de enzimas e síntese de

proteínas a partir do RNA-m armazenado ao final do processo de maturação (MARCOS-FILHO, 2015).

Segundo Bewley et al. (2013), a fase II é caracterizada pela diminuição da diferença de força matricial, pois na medida em que a água é absorvida na semente o valor do componente matricial se torna mais negativo, e o gradiente de captação de água diminui, aumentando lentamente o teor de água da semente. Alguns processos são concluídos durante a fase II, como a reforma do citoesqueleto celular, o reparo do dano ao DNA acumulado durante o armazenamento a seco e a preparação para emissão da radícula. Carvalho e Nakagawa (2012) afirmam que a fase II é uma fase que, aparentemente, ocorre um transporte ativo das substâncias que foram desdobradas da fase I, do tecido de reserva para o meristemático.

Dessa forma, a redução drástica da velocidade de hidratação e da intensidade de respiração caracterizam essa fase, cuja ocorrência e duração variam de acordo com a espécie (MARCOS-FILHO, 2015). A duração dessa fase depende principalmente da temperatura e potencial hídrico da semente, sendo que se ambos tiverem baixos (pouco negativos), estendem-na. Da mesma maneira, quando as sementes estão dormentes, a duração da fase II pode ser consideravelmente prolongada (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Na fase III, ocorre a expansão celular consorciada com a protrusão radicular. A absorção de água nesta fase não é propriamente uma embebição, mas o começo da conclusão da germinação, pois há o início do crescimento de embriões (BEWLEY et al., 2013). Bioquimicamente, o que acontece na fase III é que as substâncias desdobradas e transportadas pelas fases I e II, respectivamente, são reorganizadas em substâncias complexas para formar o protoplasma e as paredes celulares, permitindo o crescimento do eixo embrionário. Estas fases originam a curva de absorção de água pelas sementes, no qual estão relacionadas ao esclarecimento do processo germinativo e informam o tempo de duração do mesmo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Vale salientar que uma fase não inibe a outra: quando a semente inicia a fase III, a semente em germinação apresenta, simultaneamente, as três fases, tratando-se de uma etapa alcançada apenas por sementes vivas e não-dormentes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015).

## 2.4 Morfologia da germinação

Um dos meios para estudar a estrutura, a fenologia e o comportamento de uma espécie dentro de uma comunidade vegetal é por meio da taxonomia botânica, anatomia da madeira e a dendrologia (PINHEIRO, 1986). Estudos sobre a morfologia de frutos, sementes e plântulas nos estágios iniciais de desenvolvimento, têm sido bastante explorados, pois contribuem para a identificação de espécies, e podem ser utilizados como parte de estudos morfo-anatômicos para ampliar o conhecimento sobre determinada espécie ou agrupamento sistemático de plantas ou para facilitar a identificação de plantas de uma região, dentro de um enfoque ecológico (OLIVEIRA, 1993). Outro aspecto importante sobre estudos morfológicos é a respeito da morfologia da germinação, pois esta caracteriza e classifica o processo germinativo em relação a posição dos cotilédones e ajuda na identificação de espécies no campo (SILVA et al., 2012).

O processo germinativo das sementes pode ser classificado em epígeo (quando os cotilédones se elevam acima do nível do solo) e hipógeo (quando permanecem enterrados até o final do processo de formação da plântula) (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). As plântulas são classificadas de acordo com o total ou não desprendimento dos cotilédones do tegumento da semente, como fanerocotiledonar, no qual os cotilédones saem totalmente do tegumento da semente, e criptocotiledonar, quando os cotilédones permanecem presos pelo tegumento (DUKE; POLHILL, 1981).

Além da classificação de acordo com o comportamento dos cotilédones isolados, Garwood (1996) classifica o desenvolvimento pós-seminal em cinco tipos de plântulas: PEF (fanerocotiledonar, epígea com cotilédones foliáceos); PER (fanerocotiledonar, epígea com cotilédones de reserva), PHR (fanerocotiledonar, hipógea com cotilédones de reserva), CHR (criptocotiledonar, hipógea com cotilédones de reserva) e CER (criptocotiledonar, epígea com cotilédones de reserva). Essas classificações ajudam a fazer o reconhecimento de espécies em testes de germinação. Oliveira (1993) relata que a descrição da morfologia da germinação e de plântulas facilita a interpretação de testes de germinação em laboratório de análise de sementes, para identificar plântulas normais e anormais e padronizar os testes de germinação.

Apesar da importância de estudos que visam o conhecimento sobre a morfologia da germinação, existem poucas informações para espécies olerícolas ou medicinais, principalmente no que se refere ao gênero *Acmella* (ABUD et al., 2010).

## 2.5 Biometria de sementes

A caracterização biométrica de sementes e frutos é um fator importante para a caracterização da espécie, pois constitui um instrumento importante para detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie (ARAÚJO et al., 2014). A biometria é um parâmetro básico para entender a dispersão e o estabelecimento, pois dentro da mesma espécie podem existir variações individuais, a exemplo do tamanho das sementes entre oriundas de diferentes procedências, devido à influência ambiental durante o desenvolvimento das sementes e da variabilidade genética. Sendo assim, o conhecimento da variação biométrica de frutos e sementes é importante para o melhoramento dessas características, seja no sentido de aumento ou de uniformidade (SANTOS et al., 2009). Ainda pode ser utilizada para diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas tropicais (BASKIN; BASKIN, 1998).

Neste sentido, a biometria se torna um subsídio importante na avaliação de tamanhos ou pesos, constituindo-se em uma estratégia que pode ser adotada para uniformizar a emergência das plântulas e para a obtenção de mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Estes autores também relatam que classificar as sementes de acordo com seu tamanho e peso pode ser uma estratégia para conseguir uma germinação rápida e uniforme.

Na literatura, existem diversos trabalhos sobre caracterização biométrica de frutos e sementes de espécies florestais, porém, para espécies medicinais e olerícolas, as informações são incipientes. Santana et al. (2013), ao avaliar sementes de melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.), verificaram pequena variação nas dimensões das sementes, com médias de 8,9 mm para o comprimento, 4,30 mm para a largura e 2,65 mm para a espessura. Resultados semelhantes foram verificados por Sangalli et al. (2012), ao avaliar sementes de carobinha (*Jacaranda decurrens* subsp. *Symmetrifoliolata* Farias; Proença), constatando variações no comprimento das sementes de 5,9 a 13,0 mm, largura de 6,0 a 12,0 mm e espessura de 0,4 a 2,2 mm. Araújo et al (2012) também verificaram variação no comprimento e diâmetro de sementes de *Operculina macrocarpa* (Linn) Urban (batata-de-purga), ao passo que para o comprimento verificaram valores mínimos de 8,46 mm e máximos de 10,93 mm; para o diâmetro, os valores mínimos e máximos foram de 7,83 mm e 9,44 mm, respectivamente. Em outro estudo, Oliveira (2013) verificou em seis acessos de sementes de *Capsicum* sp (pimenta e pimentões), que o comprimento variou de 2,94 a 3,79 mm, a largura de 2,72 a 3,16 mm e a espessura de 0,71 a 2,51 mm.

## 2.6 Temperatura

Em ambientes naturais, as sementes são encontradas sob diferentes regimes de luz e temperatura, que podem variar de acordo com o tamanho da copa das árvores. A temperatura pode ser classificada como cardinais: ótima, cuja germinação se dá em maior porcentagem em menor espaço de tempo; máxima, nesse ponto as sementes têm maior dificuldade para realizar o processo germinativo; e mínima, com pouca germinação (ALVES et al., 2014).

As variações de temperatura podem afetar a velocidade, porcentagem e uniformidade de germinação, bem como as suas reações bioquímicas. Neste sentido, a temperatura que possibilita a combinação mais eficiente entre essas variáveis pode ser considerada ótima (MARCOS-FILHO, 2015). Os efeitos da temperatura ótima são influenciados pela condição fisiológica da semente, como o período de colheita e a presença ou ausência de dormência. Em geral, sementes recém-colhidas necessitam de temperatura ótima, diferentemente das mais velhas. Além disso, o efeito da temperatura na germinação pode sofrer influência da espécie, da região de origem e ocorrência (MACHADO et al., 2002). A temperatura pode atuar ainda na germinação eliminando as dormências primárias e secundárias ou induzindo a dormência secundária (BEWLEY et al., 2013).

Para determinadas espécies, o desempenho germinativo das sementes pode ser favorecido por temperaturas constantes, como em *Lactuca sativa* (alface), cultivar Everglades a 20 °C (CATÃO et al., 2014); *Cichorium intybus* (chicória) sob 20 °C ou 35 °C (PINTO JÚNIOR et al., 2009); *Eruca sativa* (rúcula) a 30 °C (FERREIRA et al., 2008); alternância de temperatura, a exemplo de *Lychnophora pinaster* (arnica) submetida a 20-30 °C (MELO et al., 2014); ainda existem as indiferentes à temperatura, como *Cucumis metuliferus* (kino), que germinam tanto em temperatura constante de 25 °C ou alternada de 20-30 °C (ALVES et al., 2014).

## 2.7 Déficit hídrico

A água é um dos principais fatores ambientais que influenciam o processo germinativo das sementes. Estas, ao serem dispersas da planta-mãe para o ambiente, na maioria das vezes encontram condições inadequadas para a germinação, como a escassez de água no solo (AZERÊDO et al., 2016).

A ocorrência de déficit hídrico nas primeiras fases de desenvolvimento do vegetal pode limitar seu crescimento e desenvolvimento, uma vez que o processo germinativo inicia-se com a embebição da semente, e ao mesmo tempo depende do gradiente de potencial

hídrico (tensão de água) existente entre a semente e o meio externo para ocorrer (ÁVILA et al., 2007). Segundo esses mesmos autores, para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo abaixo do qual a germinação não ocorre.

A adaptabilidade e tolerância ao déficit hídrico são fatores intrínsecos de cada espécie vegetal, e os seus efeitos são diferentes durante o ciclo de vida do vegetal, pois os verificados em sementes nem sempre são observados em plantas (AZERÊDO et al., 2016).

Diversos estudos têm sido conduzidos utilizando soluções aquosas com diferentes potenciais osmóticos para umedecer substratos e simular condições de baixa disponibilidade hídrica em condições controladas (ÁVILA et al., 2007). Neste sentido, entre as soluções mais utilizadas para simulação do déficit hídrico encontram-se o polietilenoglicol (PEG 6000) e o manitol, produtos inertes, atóxicos e não eletrolíticos (MARCOS-FILHO, 2015).

Ao avaliar o desempenho de sementes nuas e peletizadas de *Lactuca sativa* (alface), cv. Karla, sob diferentes temperaturas e potenciais hídricos, Bertagnolli et al. (2003) verificaram redução da germinação a partir do potencial hídrico de -0,3 MPa. Dantas et al. (2011), por sua vez, verificaram limitação da germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* (cártamo) sob os potenciais osmóticos -0,8 e -1,2 MPa em PEG 6000.

A germinação e o vigor de sementes de *Beta vulgaris* (beterraba) também foram prejudicadas quando submetidas ao PEG (6000) sob potenciais inferiores a -0,4 MPa (MACIEL et al., 2015). Da mesma maneira, para *Cucumis sativus* (pepino) o potencial osmótico de -0,6 MPa foi o mais prejudicial à germinação (MATIAS et al., 2015). Para sementes de cenoura (*Daucus carota*), Silva et al. (2011) verificaram que os efeitos dos déficits hídrico e térmico na germinação e no vigor das sementes foi afetado em potenciais abaixo de -0,3 MPa.

## REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F. et al. Morfologia de plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rca/v41n2/v41n2a13>>. Acesso em: 24 nov. 2017.
- ALVES, C. Z. et al. Teste de germinação em sementes de *Cucumis metuliferus* E. Mey. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 228-234, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n2/a4914cr2013-0061.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- ANDENBERG, A. A. et al. Compositae. In: J.W. Kadereit & C. Jeffrey (org.). Flowering plants eudicots asterales, vol. VIII. **The families and genera of vascular plants**, K. Kubitzki (Ed.). Springer – Verlag. 2007, p. 61-588.
- ARAÚJO, A. M. S. et al. Caracterização morfométrica e germinação de sementes de *Macroptilium martii* BENTH. (FABACEAE). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 124 – 131, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/3641>>. Acesso em: 24 nov. 2017.
- ARAÚJO, P. C. et al. Biometria de frutos e sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Urban ocorrente no semiárido Norte-rio-grandense. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, n. 4, p. 1- 5, 2012. Disponível em: <<https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/1020>>. Acesso em: 07 dez. 2017.
- 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**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n1/14.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- AZEREDO, G. A. et al. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 193-202, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cflo/v26n1/0103-9954-cflo-26-01-00193.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2017.
- BASKIN, C. S.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. Academic Press: London, 1998.
- BERTAGNOLLI, C. M. et al. Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) Submetidas a estresses hídrico e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 7-13, 2003. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/47721966-Desempenho-de-sementes-nuas-e-peletizadas-de-alface-lactuca-sativa-l-submetidas-a-estresses-hidrico-e-termico-1.html>>. Acesso em: 13 out. 2017.
- BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. Nova York: Springer, 2013. 392 p.
- BORGES, E. E. L.; RENNA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B., PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B (org.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 83-135.



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

<[http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2017.

CARDOSO, M. O. (Coord.). **Hortaliças não convencionais da Amazônia**. Brasília, DF: EMBRAPA–SPI: Manaus Embrapa-CPAA, 1997. 150p. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiB2aDB39XWAhXJTZAKHUqYAHcQFggyMAE&url=http%3A%2F%2Fainfo.cnptia.embrapa.br%2Fdigital%2Fbitstream%2Fitem%2F98413%2F1%2FHortalicas-nao-convencionais.pdf&usg=AOvVaw2raUjixaiIRjY0JN6S7177>>. Acesso em: 03 out. 2017.

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

CATÃO, H. C. R. M. et al. Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de alface em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 4, p. 316-322, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v49n4/0100-204X-pab-49-04-0316.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.

COSTA, S. et al. Spilanthol extraction using microwave: calibration curve for gas chromatography. **Chemical Engineering Transactions**, Milão, v. 32, p. 1783-1788, 2013. AIDIC: Italian Association of Chemical Engineering. Disponível em:<<http://www.aidic.it/cet/13/32/298.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.

DANTAS, C. V. S. et al. Influência da sanidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 574-582, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n3/20.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2017.

DUKE, J. A.; POLHILL, R. M. **Seedlings of Leguminosae**. In: POLHILL, R.M.; RAVEN, P.H. *Advances in legumes systematics*. Kew: Royal Botanic Garden, 1981. p. 941-949.

FERREIRA, E. G. B. S. et al. Influência da temperatura e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de rúcula (*Euruca sativa* Mill.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, Recife, v. 3, n. 3, p. 209-212, 26, 2008. Disponível em:

<<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=234&path%5B%5D=190>>. Acesso em: 03 out. 2017.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistic analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.

FRANZIN, S. M. et al. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 2, p. 63-69, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v26n2/24490.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.

GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M. D. (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris, Man and the Biosphere series. 1996. p. 59-129.

GIBF- Global biodiversity information facility. *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen in: GBIF Secretariat. **GBIF Backbone Taxonomy**, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.15468/39omei>>. Acesso em: 03/10/2017.

GUEDES, R. S. et al. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/8438/pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

HOMMA, A. K. O. et al. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 6, n. 12, p. 125-141, 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920560/etnocultivo-do-jambu-para-abastecimento-da-cidade-de-belem-estado-do-para>>. Acesso em: 03 out. 2017.

JANSEN, R. K. **The systematics of *Acmella* (Asteraceae Heliantheae)**. In: Systematic Botany Monographs v. 8, p. 1-115, 1985. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/25027614>. Acesso em: 12 dez. 2017.

LEONHARDT, C. et al. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v. 63, n. 1, p. 5-14, 2008. Disponível em: <[http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20140328114458ih63\\_1\\_p005\\_014.pdf](http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20140328114458ih63_1_p005_014.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2017.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 396 p.

MACHADO, C. F. et al. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2002. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74480202>>. Acesso em: 03 out. 2017.

MACIEL, K. S. et al. Germinação de sementes de beterraba em condições de estresse hídrico e salino. **Nucleus**, Ituverava, v. 12, n. 2, p. 189-199, 2015. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/viewFile/1167/1908>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015, 660 p.

MATIAS, J. R. et al. Germinação de sementes de pepino cv. Caipira em condições de estresse hídrico e salino. **Revista Sodebras**, São Paulo, v. 10, n. 113, p. 33-39, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123495/1/Barbara-3.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MELO, P. R. B. et al. Germinação de aquênios de *Lychnophora pinaster* em função de estádios de maturação, temperatura e luz. **Científica**, Jaboticabal, v. 42, n. 4, p. 404-410, 2014. Disponível em: <<http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/498/363>>. Acesso em: 03 out. 2017.

MOTERLE, L. M. et al. Influência do estresse hídrico sobre o desempenho fisiológico de sementes de híbridos simples de milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1810-1817, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n6/v32n6a20.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2017.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas florestais. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. (Ed.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 175- 214.

OLIVEIRA, O. M. A. S.; INNECCO, R. Germinação de sementes de jambu (*Acmella oleracea* – Asteraceae) sob influência de fotoperíodo e temperatura. **Revista Eletrônica de Biologia**, Sorocaba, v. 5, n. 3, p. 105-118, 2012. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/reb/article/view/9916/11639>>. Acesso em: 03 out. 2017.

OLIVEIRA, A. R. A. **Caracterização de sementes de acessos de pimentas e pimentões (*Capsicum sp.*)**. 2013. 60f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, 2013. Disponível em: <<http://nbcgib.uesc.br/ppgpv/painel/paginas/uploads/7b48d8438593a3e64642bdb56ef85933.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

PINHEIRO, C. V. B. **Germinação de sementes de palmeiras: revisão bibliográfica**. Teresina: EMBRAPA/ UEPAE, 1986. 102 p.

PINTO JUNIOR, A. S. et al. Germinação de sementes de almeirão sob temperaturas adversas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 1232-1238, 2009. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_3/a1952\\_t3630\\_comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/a1952_t3630_comp.pdf)>. Acesso em: 03 out. 2017.

ROQUE, N.; BAUTISTA, H. **Asteraceae: caracterização e morfologia floral**. Salvador: EDUFBA, 2008. 73 p. Disponível em: <[http://www.alcb.ibio.ufba.br/pdf/nadia/Roque%20&%20Bautista\\_2008\\_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o\\_e\\_morfologia\\_floral\\_.pdf](http://www.alcb.ibio.ufba.br/pdf/nadia/Roque%20&%20Bautista_2008_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o_e_morfologia_floral_.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2017.

SANGALLI, A. et al. Morfometria de frutos e sementes e germinação de carobinha *Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata* Farias & Proença), após o armazenamento. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 267-275, 2012. Disponível em: <<http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-650665>>. Acesso em: 07 dez. 2017.

SANTANA, S. H.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P. Biometria de frutos e sementes e germinação de melão-de-são-caetano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 169-175, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v15n2/01.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

SANTOS, F. S. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chryso-tricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 163-173, 2009. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr82/cap06.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

SANTOS, H. H. D. et al. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Averrhoa bilimbi* L. oriundas de dois estágios de maturação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 11, p. 1995-2002, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782014001101995&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014001101995&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 13 dez. 2017.

SILVA, K. B. et al. Caracterização morfológica de frutos, sementes e fases da germinação de *Pachira aquatica* Aubl. (Bombacaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 891-898, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/276994414\\_Caracterizacao\\_morfologica\\_de\\_frutos\\_sementes\\_e\\_fases\\_da\\_germinacao\\_de\\_Pachira\\_aquatica\\_Aubl\\_Bombacaceae](https://www.researchgate.net/publication/276994414_Caracterizacao_morfologica_de_frutos_sementes_e_fases_da_germinacao_de_Pachira_aquatica_Aubl_Bombacaceae)>. Acesso em: 24 nov. 2017.

SILVA, M. C. C. et al. Efeito do estresse hídrico e térmico na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **IDESIA**, Arica, v. 29, n. 3, p. 39-44, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v29n3/art06.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.

SOUZA, V. C, LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 704 p.

## CAPÍTULO II

### EMBEBIÇÃO E MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE JAMBU

(*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen)

#### RESUMO

O jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) é uma hortaliça não convencional, nativa da região Amazônica, amplamente utilizada para fins medicinais e alimentícios, porém com poucas informações no tocante à germinação de suas sementes. O trabalho objetivou avaliar a biometria de sementes, caracterizar a curva de embebição de água das sementes, além de descrever morfológicamente a germinação e as plântulas de jambu. Para a caracterização biométrica, foram utilizadas 100 sementes separadas aleatoriamente, sendo mensurados por meio de paquímetro digital o comprimento, largura e espessura. Determinou-se também o peso de mil sementes, número de sementes  $g^{-1}$  e teor inicial de água das sementes. Para a curva de embebição, utilizou-se quatro repetições de 100 sementes, embebidas em água destilada entre papel toalha, a medição da taxa de absorção pelas sementes foi verificada a cada 1 hora, durante as primeiras 11 horas, posteriormente a cada 2 horas até o surgimento da radícula. Para a descrição do processo germinativo e morfológico de plântulas, foi realizado um teste de germinação, observando diariamente a emissão da radícula até o surgimento das primeiras folhas cotiledonares. Os dados biométricos do jambu tiveram as seguintes médias das dimensões das sementes entre as procedências: para o comprimento, de 2,33 mm e 2,28 mm, largura de 0,96 mm e 1,01 mm para as sementes de Belém e Castanhal, respectivamente, e 0,33 mm de espessura para ambas. O peso de mil sementes obtido foi de 0,22 g, correspondendo a aproximadamente 4545,45 sementes  $g^{-1}$ , e o teor de água encontrado foi de 7,4%. A embebição de água pelas sementes obedece ao padrão trifásico. A germinação é do tipo epígea e as plântulas são fanerocotiledonar com cotilédones foliáceos. O processo germinativo inicia-se a partir das primeiras 24 h após a sementeira e o surgimento de plântulas a partir do quarto dia.

**Palavras-chave:** Asteraceae. Biometria. Curva de embebição. Hortaliça não convencional.

## IMBIBITION AND MORPHOLOGY OF SEED GERMINATION OF JAMBU (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen)

### ABSTRACT

The jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) is an unconventional vegetable, native to the Amazon region, widely used for medicinal and food purposes, but with little information regarding the germination of its seeds. The objective of this work was to evaluate the seed biometry, characterize the seed water imbibition curve and describe the germination and jambu seedlings morphologically. For the biometric characterization, 100 randomly selected seeds were used, being measured the length, width and thickness with a digital caliper. The weight of one thousand seeds, number of seeds  $g^{-1}$  and initial seed water content were also determined. For the imbibition curve, four replicates of 100 seeds, soaked in distilled water between paper towels, were used to measure the rate of absorption by the seeds every 1 hour for the first 11 hours, then every 2 hours thereafter the appearance of the radicle. For the description of the germination and morphological process of seedlings, a germination test was performed, observing daily the emission of the radicle until the appearance of the first cotyledonary leaves. The biometric data of the jambu had the following average seed sizes between the provenances: for the length of 2.33 mm and 2.28 mm, width of 0.96 mm and 1.01 mm for the seeds of Belém and Castanhal, respectively, and 0.33 mm thick for both. The weight of one thousand seeds obtained was 0.22 g, corresponding to approximately 4545.45  $g^{-1}$  seeds, and the water content was 7.4%. The imbibition of water by the seeds obeys the three-phase pattern. The germination is of the epigeal type and the seedlings are phanerocotylate with foliaceous cotyledons. The germination process starts from the first 24 h after sowing and the emergence of seedlings from the fourth day.

**Keywords:** Asteraceae. Biometry. Imbibition curve. Unconventional vegetables.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre a morfologia são importantes para melhor compreensão dos processos de dispersão e regeneração natural das espécies, pois os mesmos garantem a continuidade de sua sobrevivência, além de compreender o ciclo biológico das plântulas, obtendo melhor conhecimento sobre a germinação, crescimento e estabelecimento (MORAES, 2007).

No caso das sementes, estas possuem características básicas para a identificação de famílias ou até mesmo do gênero, espécie ou variedade à qual a planta pertence (SILVA et al., 2008). Aspectos como tegumento, forma do embrião, curvatura do eixo embrionário e a presença de cicatrizes são algumas das características morfológicas que podem ser empregadas para o estudo da morfologia de sementes (SANTOS et al., 2014).

A caracterização morfológica e agrônômica da planta adulta de *Acmela oleracea* foi descrita em estudo realizado por Martins et al. (2012). Todavia, no que refere à morfologia das plântulas em formação dessa espécie, não foram encontradas informações. Sendo assim, reforça-se a necessidade de observações, principalmente por existir dificuldades em identificar plantas no estágio juvenil, já que os caracteres morfológicos externos às plantas em início de formação são diferentes da planta adulta (VUADEN et al., 2005). Ainda segundo estes autores, plântulas de espécies afins comumente apresentam semelhança nas características externas, dificultando a identificação.

O conhecimento sobre a morfologia das plântulas é também um importante aliado para o teste de germinação, pois permite identificar as espécies presentes neste teste em condições de laboratório, o que facilita a sua interpretação pelos tecnologistas e analistas de sementes (OLIVEIRA, 1993).

Para a realização do estudo morfológico das plântulas, é importante conhecer o processo germinativo da espécie, principalmente o tempo necessário de pré-embebição de água para iniciar a germinação. A maioria das sementes secas e viáveis, sob condições ótimas, absorve água obedecendo ao padrão trifásico. Nesta, a fase I, é quando as sementes absorvem água rapidamente, seguida por uma estabilização e degradação de metabólicos (fase II), e posteriormente na fase III, voltam a absorver água e, como consequência, obtêm-se a germinação e o uso dos metabólitos degradados na fase II para o desenvolvimento da plântula (BEWLEY et al., 2013; MARCOS-FILHO, 2015), o que permite conhecer a curva de embebição de uma espécie.

A caracterização biométrica dos frutos e sementes é importante para a caracterização da espécie, que permite detectar variabilidade genética dentro de populações de uma mesma

espécie (ARAÚJO et al., 2014). Estudos descrevendo os aspectos morfológicos de sementes e de plântulas de espécies florestais têm sido amplamente relatados, porém existem poucas informações para espécies olerícolas e/ou medicinais (ABUD et al., 2010; SOUZA et al., 2010; VUADEN et al., 2012).

Diante disso, objetivou-se avaliar a caracterização biométrica das sementes, os aspectos morfológicos da germinação e desenvolvimento de plântulas, além de determinar a curva de embebição de sementes de *A. oleracea*.



## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

As inflorescências de *A. oleracea* foram coletadas de plantas espontâneas e aleatórias provenientes dos municípios de Belém, PA (01° 27' 21" S, 48° 30' 16" W e 10 m de altitude) e Castanhal, PA (01° 17' 38" S, 47° 55' 35" W e 41 m de altitude). Em seguida, foram colocadas para secar em ambiente protegido durante cinco dias (HOMMA et al., 2011).

Os aquênios foram retirados das inflorescências de forma manual e com auxílio de um soprador, modelo tipo General®, eliminou-se a pálea. Em seguida, foram acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas em ambiente controlado (18 °C e 50% de umidade relativa do ambiente) até o momento da instalação do experimento.

As avaliações foram conduzidas no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, no período de dezembro de 2016 a março de 2017. As análises físicas dos aquênios, que constituem o conjunto fruto-semente (denominados de sementes), caracterização morfológica da germinação e plântulas e o processo de embebição de sementes foram avaliados conforme metodologia descrita abaixo.

### **Análises físicas das sementes**

#### **Biometria das sementes**

Para a avaliação biométrica das sementes (comprimento, largura e espessura), utilizou-se 100 sementes separadas aleatoriamente de cada procedência, sendo mensuradas por meio de paquímetro digital (DIGMESS), graduado em milímetro, com precisão de 0,05mm. O comprimento foi medido da base até o ápice, ao passo que a largura e espessura foram medidas na porção mediana das sementes. Com isso, obteve-se as médias, desvios padrões e coeficientes de variação para cada característica.

#### **Peso de mil sementes**

Executado com base nas recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se oito repetições de 100 sementes de cada procedência, que foram pesadas em balança analítica (0,0001 g) e os resultados expressos em gramas.

#### **Determinação do teor de água**

Determinado pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C, por 24 horas, utilizando duas subamostras de peso das sementes de cada procedência. Os resultados foram expressos em percentagem média com base no peso úmido (BRASIL, 2009).

### **Curva de embebição**

Para avaliar a embebição das sementes em função do tempo, foi estabelecida uma curva de embebição construída com os valores da razão peso final (PF)/peso inicial (PI) de quatro repetições de 100 sementes, apenas para as sementes provenientes de Belém, pois as de Castanhal haviam acabado. As sementes foram colocadas para embeber em caixas de acrílico transparente, tipo Gerbox® (11 x 11 x 3,5 cm), entre três folhas de papel toalha (Germitest®), previamente esterilizados e umedecidos com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As caixas foram acondicionadas em sacos de plástico transparente (0,05 mm de espessura) para evitar ressecamento do substrato e mantidas em germinador do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), a 25 °C e luz constante.

Durante a avaliação, as sementes foram pesadas em intervalo de 60 min, durante as primeiras 11 h, e em intervalos de 2 em 2 h entre 11 e 26 h de embebição até o momento em que foi observada a protrusão da radícula de pelo menos 50% de cada repetição. Antes de cada pesagem, as sementes foram levemente secadas com o auxílio de papel toalha e colocadas novamente para embeber. A percentagem de teor de água absorvida em cada período foi calculada em relação ao peso inicial das sementes para cada repetição, conforme metodologia de Oliveira e Bosco (2013). A curva de embebição foi graficamente representada por dispersão de seus valores médios do teor de água ao longo do tempo e os resultados expressos em porcentagem.

### **Caracterização morfológica da germinação e plântulas**

Em função de avaliações preliminares, dez sementes foram semeadas diariamente durante seis dias para acompanhar o processo de germinação e desenvolvimento de plântulas. A semeadura ocorreu sobre duas folhas de papel mata-borrão, previamente esterilizados e umedecidos com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As folhas de papel foram condicionadas em caixas de acrílico transparente, tipo Gerbox® (11 x 11 x 3,5 cm), acondicionadas em sacos de plástico transparente (0,05 mm de espessura) para evitar ressecamento do substrato. As caixas foram mantidas em germinador tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), a 25 °C e luz constante. As plântulas de cada fase de

desenvolvimento foram avaliadas e fotografadas por meio de estereomicroscópio Olympus, com aumento de 1,5x. Considerou-se como germinadas as que apresentavam extensão radicular igual ou superior a dois milímetros (REHMAN et al., 1996).

A caracterização morfológica das plântulas foi descrita de acordo com o processo de germinação das sementes, da emissão da radícula até o surgimento das primeiras folhas cotiledonares, observando o tempo médio para a protrusão da raiz principal e surgimento das primeiras folhas. O procedimento metodológico e os termos empregados foram baseados em trabalhos de Vogel (1980), Garwood (1996) e Abud et al. (2010).

### **Análise estatística**

Os dados biométricos das sementes (comprimento, largura e espessura) foram analisados por meio de análise descritiva, utilizando o *software* estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Para cada característica biométrica, calculou-se a média, desvio padrão e o coeficiente de variação. Os dados biométricos foram classificados em classes, por meio de distribuição de frequência, e representados por gráficos construídos com o auxílio do programa EXCEL<sup>®</sup>.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água de sementes de *A. oleracea* foi de 7,4 e 7,3%, o peso de mil sementes de 0,22 e 0,21 g, correspondendo a 4545,45 e 4761,90 sementes g<sup>-1</sup> para as sementes provenientes de Belém e Castanhal, respectivamente (Tabela 1). Sendo assim, são consideradas sementes leves, assim como as de *Lycopersicum esculentum* (tomate), que tiveram o peso de mil sementes variando de 7,12 a 9,12 mg (MACIEL et al., 2012), em comparação com outras espécies olerícolas, como *Capsicum* sp. (pimenta), que variaram de 3,142 a 6,362 g (OLIVEIRA, 2013) e *Daucus carota* (cenoura) (BARBEDO et al., 2000), com média de 1,394 g.

**Tabela 1.** Valores médios de peso de mil sementes, teor de água e número de sementes g<sup>-1</sup> de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do Pará. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.

Variáveis	Parâmetros			
	Belém			
	Média	Variância	Desvio-padrão	C.V. (%)
Peso de mil sementes (g)	0,22	2,85*10 <sup>-7</sup>	5,34*10 <sup>-4</sup>	2,48
Teor de água (%)	7,4			
Número de sementes g <sup>-1</sup>	4545,45			
Castanhal				
Peso de mil sementes (g)	0,21	5,71*10 <sup>-7</sup>	7,55*10 <sup>-4</sup>	3,68
Teor de água (%)	7,3			
Número de sementes g <sup>-1</sup>	4761,90			

O coeficiente de variação para o peso de mil sementes foi de 2,48% para Belém e 3,68% para Castanhal. Esse resultado indica que ocorreu pouca variação entre as sementes, devido possivelmente à influência pequena dos fatores ambientais durante a fase de desenvolvimento das plantas (MACIEL et al., 2012).

Os resultados da estatística descritiva das variáveis comprimento, largura e espessura das sementes são apresentados na Tabela 2. Observou-se pequena variação entre as procedências das sementes, de modo que o maior coeficiente de variação entre os caracteres analisados foi da espessura, com 16,59 e 17,79% para as sementes procedentes dos municípios de Belém e Castanhal, respectivamente.

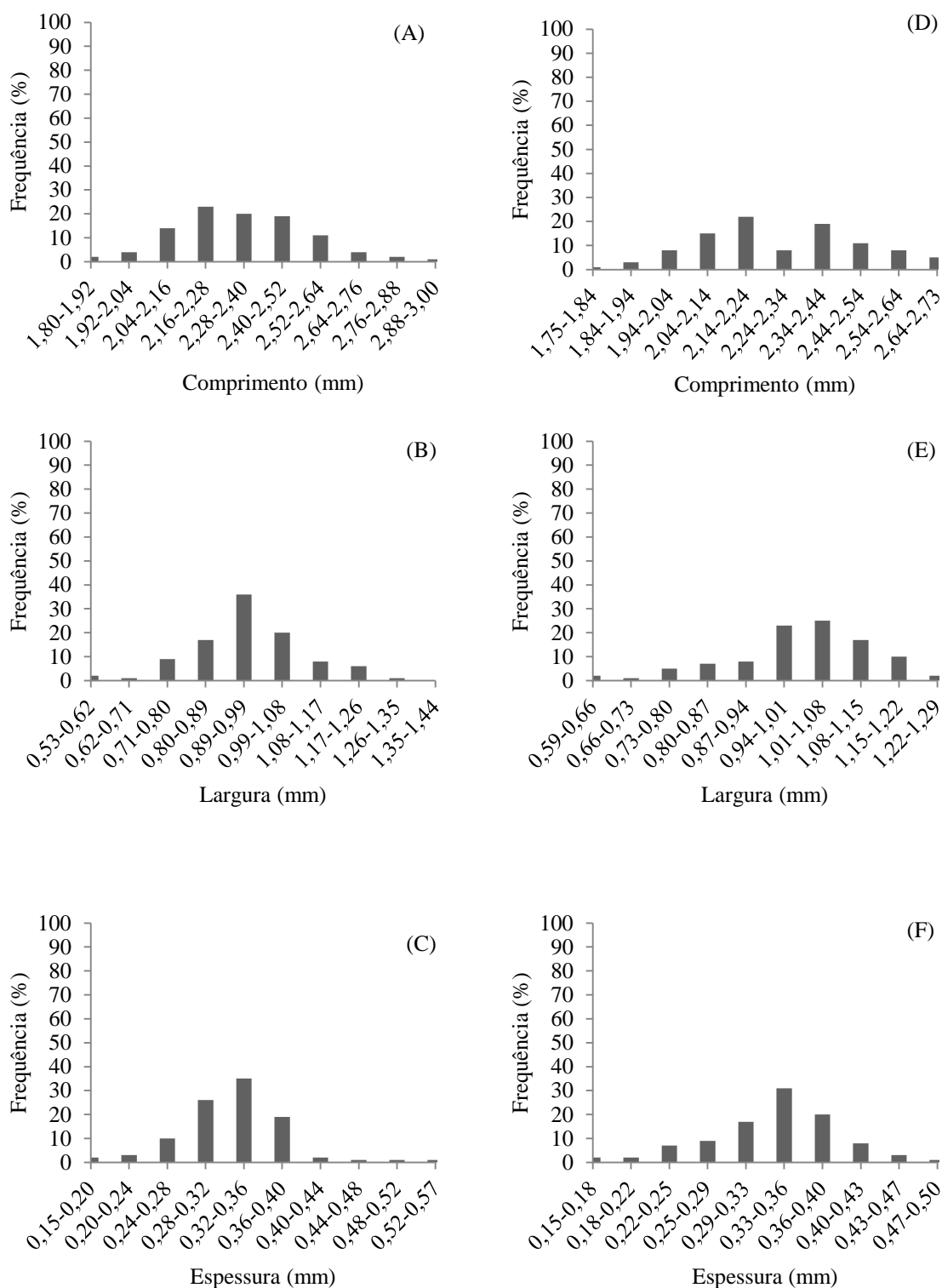
**Tabela 2.** Valores mínimos, máximos, médios e coeficiente de variação (C.V.), para as variáveis comprimento, largura e espessura de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do Pará. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.

Variáveis	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média ± desvio	C.V. (%)
			Belém	
Comprimento	1,86	2,94	2,33±0,2	8,91
Largura	0,58	1,40	0,96±0,13	13,73
Espessura	0,18	0,55	0,33±0,05	16,59
			Castanhal	
Comprimento	1,80	2,69	2,28±0,2	9,06
Largura	0,63	1,26	1,01±0,12	12,49
Espessura	0,17	0,49	0,33±0,05	17,79

Em média, as sementes provenientes de Belém apresentaram: comprimento de 2,33 mm (variando de 1,86 a 2,84 mm); largura de 0,96 mm (variando de 0,58 a 1,40 mm) e espessura de 0,33 mm (variando de 0,18 a 0,55 mm). Para as de Castanhal, verificou-se, em média, comprimento de 2,28 mm (variando de 1,80 a 2,69 mm), largura de 1,01 mm (variando de 0,63 e 1,26 mm) e espessura de 0,33 mm (variando de 0,17 e 0,49 mm). Esta pequena variação ocorreu possivelmente porque dentro da mesma espécie podem existir variações individuais devido à influência ambiental durante o desenvolvimento das sementes e da variabilidade genética entre e dentro das matrizes (TURNBULL, 1975; SANTOS et al., 2009).

Resultados semelhantes foram encontrados para a mesma espécie para as variáveis comprimento (2,0-2,5 mm) e largura (0,9-1,1 mm) em trabalho realizado por Hind e Biggs (2003).

A distribuição da frequência em dez classes de ocorrência das variáveis anteriores (comprimento, largura e espessura), das duas procedências, está apresentada no Gráfico 1.



**Gráfico 1.** Distribuição da frequência do comprimento, largura e espessura das sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de Belém (A, B e C) e Castanhal (D, E e F). UFERSA, Mossoró, RN, 2018.

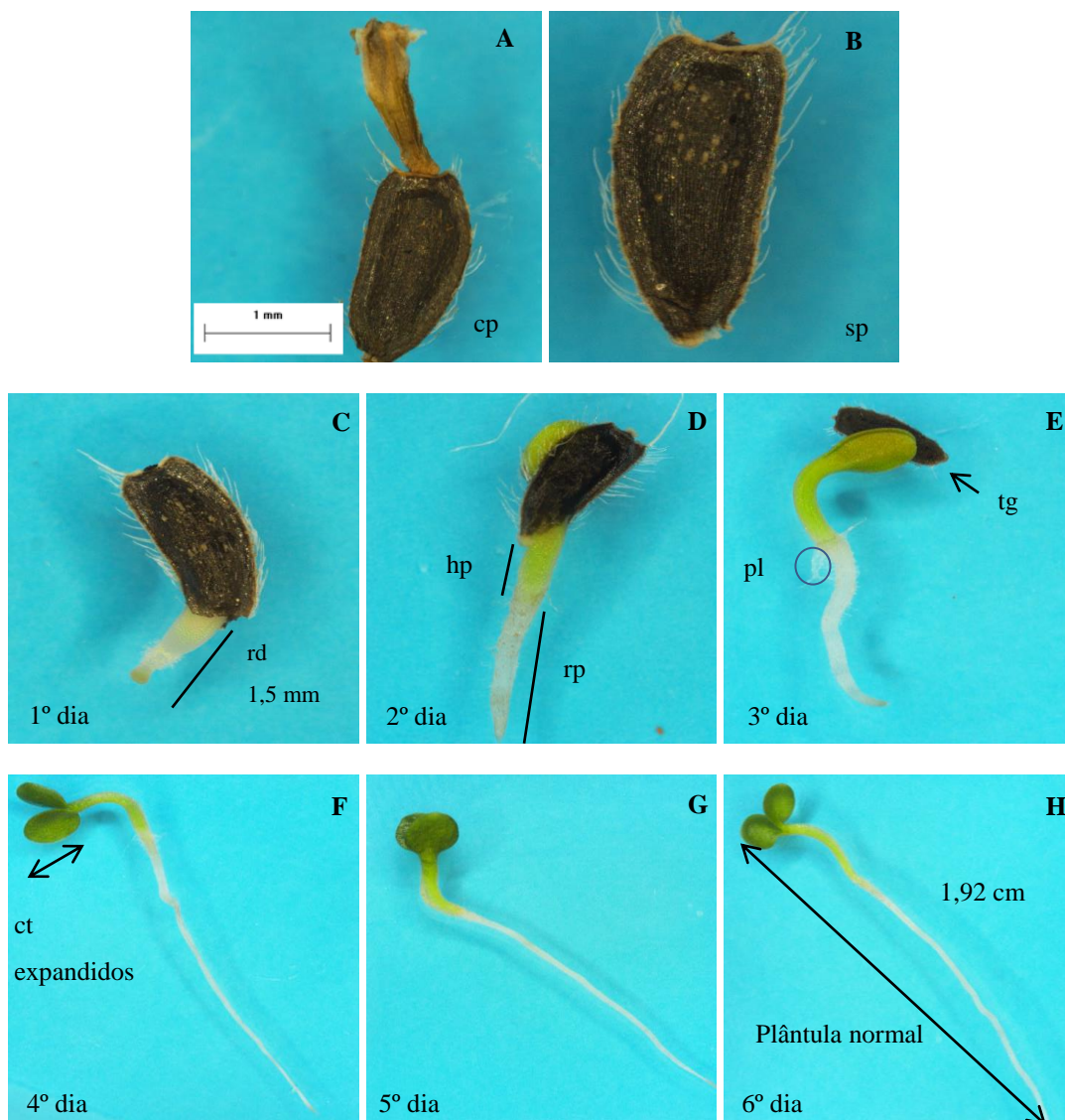
Para as sementes provenientes de Belém, o comprimento das sementes teve frequência de 23% nas classes 2,16-2,28 mm e de 1% nas classes 2,88-3,00 mm; para a largura, a classe

com maior concentração de indivíduos foi em 0,89-0,99 mm, com 36%, e a menor de 1,26-1,35 mm, com 1%; para a espessura, a maior frequência foi encontrada em 0,32-0,36 mm, com 35%, e a menor, na classe 0,52-0,57 mm, com 1%.

Para a distribuição de frequência nas sementes oriundas de Castanhal, verificou-se que o comprimento maior foi concentrado na classe 2,14-2,24 mm, com 22%, e menor em 1,75-1,84 mm, com 1% dos representantes dos indivíduos. Quanto à largura, a maior frequência foi encontrada na classe 1,01-1,08 mm, com 25%, e menor em 0,66-0,73 mm com 1%, ao passo que para a espessura, verificou-se a maior frequência de 0,33-0,36 mm, com 31%, e a menor em 0,47-0,50 mm, com 1%. A baixa variação dos dados biométricos entre as procedências pode se dever ao fato de as plantas terem sido pouco influenciadas pelo ambiente durante o seu desenvolvimento e em razão das localidades serem consideradas relativamente próximas, tendo aproximadamente 74 km de distância.

O fruto do jambu está representado na Figura 1, com pálea na Figura 1A, e sem na Figura 1B. É seco, indeiscente, do tipo aquênio (com uma semente ligada à parede do fruto, pericarpo, em um único ponto). O pericarpo tem coloração cinza-escuro, quase preto, parcialmente envolvido por partes membranáceas. Está resumido a duas nervuras marginais, longitudinalmente alongadas, ciliadas, completas, de faces setulíferas, com pares de sétulas descentralizadas, não divididas em ápices e com pequenas pontuações amarelas queimadas no pericarpo (HIND; BIGGS, 2003).

O processo germinativo é relativamente rápido, iniciou-se no primeiro dia após a semeadura, com o rompimento do tegumento e protrusão da radícula (Figura 1C). A radícula apresentava em média 3 mm de comprimento e coloração branca translúcida. A partir do segundo dia, verificou-se a presença do hipocótilo de coloração verde clara, juntamente com a raiz primária inicialmente cônica, curta, axial e de coloração branca (Figura 1D); no terceiro dia, ocorreu o surgimento de pelos simples, curtos e translúcidos na medida em que a raiz principal se alongava (Figura 1E). No quarto dia após a semeadura, os cotilédones foliáceos de coloração verde já haviam se desprendido do tegumento, expandindo-se em direção oposta (Figura 1F). No quinto dia, ocorreram leve curvatura retilínea do hipocótilo e afunilamento da raiz até a coifa (Figura 1G). A partir desse período, a plântula com comprimento médio de 1,92 cm apresentava raiz primária, hipocótilo e cotilédones (Figura 1H).



**Figura 1.** Desenvolvimento germinativo de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) nos primeiros 6 dias após a sementeira. UFRSA, Mossoró, RN, 2018. cp = com pálea; sp = sem pálea; rd = radícula; rp = raiz primária; hp = hipocótilo; pl = pelos; tg = tegumento; ct = cotilédones.

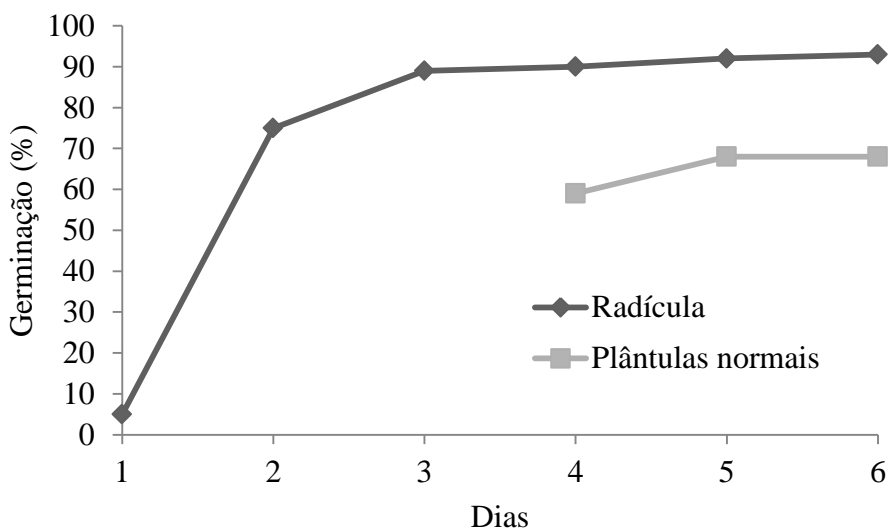
Dessa forma, observa-se que a germinação da espécie é epígea, pois os cotilédones são elevados acima do substrato pelo alongamento do hipocótilo, constituindo uma plântula fanerocotiledonar em que os cotilédones saem por completo do tegumento. Possui cotilédones foliáceos verdes (paracotilédones), que estabelecem dependência nutricional até o surgimento das folhas verdadeiras, sendo considerada por Garwood (1996) fanerocotiledonar, epígea com cotilédones foliáceos (PEF).

Durante e após o estabelecimento da plântula, o hipocótilo geralmente continua a aumentar. Em muitos casos, é primeiramente curvado acima do solo, com sua ponta e base mais ou menos subterrânea, e posteriormente se torna ereto e levanta os paracotilédones (com



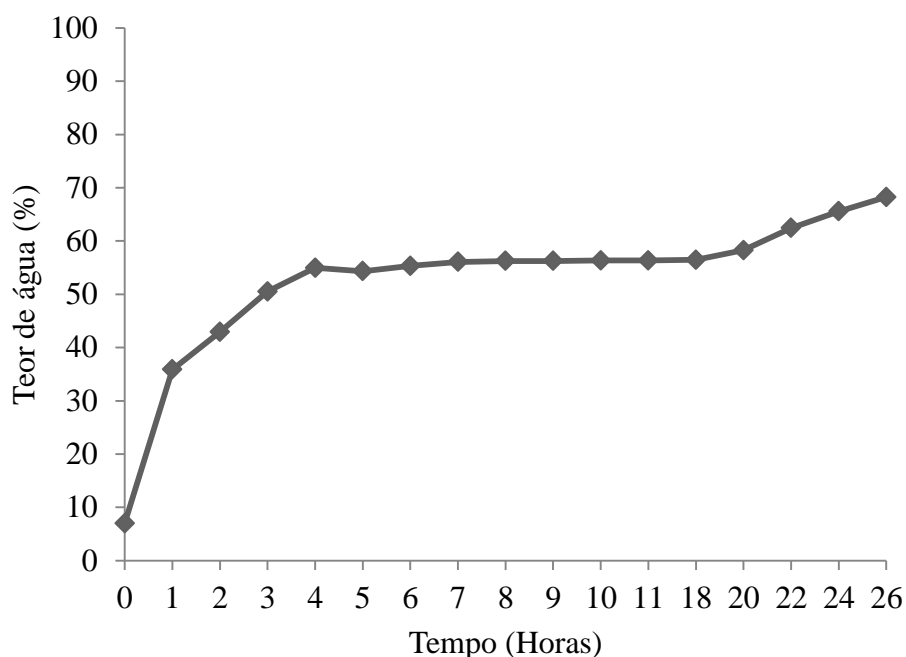
ou sem coberturas) acima do nível do solo. Conforme salientado por Silva et al. (2012), essas descrições morfológicas da germinação e plântulas exibem características peculiares da espécie que podem facilitar seu reconhecimento e identificação em laboratório ou campo. Estágios sequenciais semelhantes ao presente trabalho foram verificados por Abud et al. (2010) para o desenvolvimento de plântulas de *Carthamus tinctorius* (Asteraceae), encontrando germinação do tipo epígea e a plântula fanerocotiledonar, com início do processo germinativo a partir do primeiro dia de sementeira.

Verificou-se que 24 h após a sementeira as sementes apresentaram 5% de germinação, considerando apenas a emissão de radícula, primeiro estágio de germinação, e aos seis dias 93% encontravam-se germinadas. O surgimento de plântulas normais se deu no quarto dia após a sementeira, com 59%, estendendo-se até o sexto dia, com 68% (Gráfico 2).



**Gráfico 2.** Germinação de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) nos primeiros seis dias após a sementeira. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.

Analisando a curva de embebição das sementes (Gráfico 3), verifica-se que a absorção de água seguiu o modelo trifásico proposto por Bewley et al. (2013). As sementes com 7% de água tiveram inicialmente rápida absorção de água, chegando a 35% durante 1 hora de embebição, praticamente estabilizando-se após quatro horas com 55% de água, caracterizando a fase I. Esta fase de embebição é essencial para que promova o rompimento do tegumento, hidratação do embrião e o início da degradação das substâncias de reserva, como carboidratos, proteínas e lipídios (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Essas serão desdobradas em substâncias de menor tamanho molecular, permitindo transporte mais fácil, para nutrir o eixo embrionário até a plântula desenvolver um sistema radicular (MARCOS-FILHO, 2015).



**Gráfico 3.** Curva de embebição de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen). UFERSA, Mossoró, RN, 2018.

A fase II da curva teve duração de aproximadamente 14 h, iniciando após 4 horas de embebição e terminando 18 h depois com teor médio de água de 56%. Esta fase é caracterizada pela redução na velocidade de hidratação, intensidade de respiração e ocorrência do transporte ativo das substâncias degradadas na fase I, do tecido de reserva para o meristemático (BEWLEY et al., 2013).

Terminado o período da fase II, as sementes tiveram uma retomada ativa na absorção de água e ativação do crescimento embrionário, que culminou com a protrusão da radícula por meio dos processos de alongamento e divisão celular, caracterizando o início da fase III, na qual se verificou a partir de 18 a 19 horas de embebição e teor de água de 56%. Com 24 horas de embebição, as sementes apresentaram, em média, 55% do total de sementes germinadas e 65% de teor de água. Com isso, verificou-se que as sementes de jambu apresentaram o modelo trifásico bem definido, com maior velocidade de absorção na fase I, estabilização na fase II e germinação no início da fase III. Estas fases originam a curva de absorção de água pelas sementes, relacionada ao esclarecimento do processo germinativo e informativa do tempo de duração deste processo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Desta forma, observou-se que a embebição das sementes proporcionou a protrusão da radícula por volta de 19 horas, com tamanho  $\geq 2$  mm, sendo considerada uma espécie com germinação rápida em comparação com outras hortaliças, como *Petroselinum sativum* (salsa)

(RODRIGUES et al., 2008), que apresenta germinação lenta, germinando após 91,6 horas de embebição.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As sementes de *A. oleracea* apresentaram características físicas semelhantes para as duas procedências.

A germinação de sementes de jambu é do tipo epígea, sendo a plântula fanerocotiledonar, com cotilédones foliáceos.

A protrusão da radícula de sementes de jambu inicia-se a partir do primeiro dia após a semeadura e o surgimento de plântulas dotadas de estruturas essenciais definidas ocorre a partir do quarto dia.

A embebição de água pelas sementes obedece ao padrão trifásico.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. M. S. et al. Caracterização morfológica e germinação de sementes de *Macropitium martii* BENTH. (FABACEAE). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 124 – 131, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/3641>>. Acesso em: 24 nov. 2017.
- ABUD, H. F. et al. Morfologia de plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rca/v41n2/v41n2a13>>. Acesso em: 24 nov. 2017.
- BARBEDO, A. S. C. et al. População de plantas, método de colheita e qualidade de sementes de cenoura, cultivar Brasília. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1645-1652, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n8/v35n8a18.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2017.
- BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. Nova York: Springer, 2013. 392p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M. D. (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris, Man and the Biosphere series. 1996. p. 59-129.
- HIND, N.; BIGGS, N. *Acmella oleracea*: Compositae. **Curtis's Botanical Magazine**. Malden, v. 20, n. 1, p. 31-39. 2003. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-8748.00368/epdf?r3\\_referer=wol&tracking\\_action=preview\\_click&show\\_checkout=1&purchase\\_referrer=www.google.com.br&purchase\\_site\\_license=LICENSE\\_DENIED](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-8748.00368/epdf?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1&purchase_referrer=www.google.com.br&purchase_site_license=LICENSE_DENIED)>. Acesso em 19 nov. 2017.
- HOMMA, A. K. O. et al. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 6, n. 12, p. 125- 141, 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920560/etnocultivo-do-jambu-para-abastecimento-da-cidade-de-belem-estado-do-para>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- MACIEL, K. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 819-926, 2012. Disponível em:

<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/qualidade%20fisiologica%20de%20sementes%20de%20tomate.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

MARTINS, C. P. S. et al. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de jambu (*Spilanthes oleracea* L.) nas condições do norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 410-413, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v14n2/23.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015, 660p.

MORAES, J. V. **Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae – Faboideae)**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 78p. 2007. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pts/m/2881.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas florestais. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 175-213.

OLIVEIRA, A. R. A. **Caracterização de sementes de acessos de pimentas e pimentões (*Capsicum* sp.)**. 2013. 60f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, 2013. Disponível em: <<http://nbcgib.uesc.br/ppgpv/painel/paginas/uploads/7b48d8438593a3e64642bdb56ef85933.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

OLIVEIRA, A. B.; BOSCO, M. R. O. Biometria, determinação da curva de absorção de água em sementes e emergência inicial de plântulas de *Copernicia hospita* Martius. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 8, n. 1, p. 66-74, 2013. Disponível em: <<http://aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/12704/8857>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

REHMAN, S. et al. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. **Seed Science and Technology**, Switzerland, v. 25, n. 1, p. 45-57, 1996. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CH19970074170>>. Acesso em: 04 out. 2017.

RODRIGUES, A. P. A. C. et al. Absorção de água por sementes de salsa, em duas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 49-54, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a07v30n1.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

SANTOS, F. S. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 163-173, 2009. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr82/cap06.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2017.

SANTOS, H. H. D. et al. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Averrhoa bilimbi* L. oriundas de dois estágios de maturação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 11, p. 1995-

2002, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782014001101995&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014001101995&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 13 dez. 2017.

SILVA, K. B. et al. Caracterização morfológica de frutos, sementes e fases da germinação de *Pachira aquatica* Aubl. (Bombacaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 891-898, 2012. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/6558/10815>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SILVA, K. B. et al. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas de *Erythrina velutina* willd., leguminosae – papilionideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 104-114, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222008000300014&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222008000300014&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SOUZA, C. L. M. et al. Morfologia de sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Physalis angulata* L. **Acta Botanica Brasilica**, Belo horizonte, v. 24, n. 4, p. 1082-1085, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v24n4/v24n4a23>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

TURNBULL, J. W. Seed extraction and cleaning. In: REPORT ON THE FAO/DANIDA TRAINING COURSE ON FOREST SEED COLLECTION AND HANDLING, 1975, Chiang mai. **Proceedings Rome**: FAO, 1975. p.135-151. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/006/Q2190E/Q2190E01.htm>>. Acesso em 10 dez. 2017.

VOGEL, E. F. **Seedlings of dicotyledons**: structure, development, types: descriptions of 150 woody Malesian taxa. Wageningen: Centre for Publishing and Documentation, 1980. 471p. Disponível em: <<http://edepot.wur.nl/280496>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

VUADEN, E. et al. Germinação e morfologia de sementes e de plântulas de hortelã-do-campo *Hyptis cana* POHL. (LAMIACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 01-05, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v27n2/a01v27n2.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

### CAPÍTULO III

#### GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Acmella oleracea* L. R. K. Jansen SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

##### RESUMO

O conhecimento sobre a germinação, primeiro estágio do ciclo do vegetal, é fundamental para permitir a avaliação da qualidade fisiológica e o potencial das sementes, bem como do desenvolvimento de práticas que possibilitem o melhor manejo da espécie. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de temperaturas na germinação de sementes de *A. oleracea* provenientes de duas procedências. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 6 x 2, sendo o primeiro fator constituído das temperaturas de 20 °C; 25 °C; 30 °C; 35 °C; 20-30 °C e 25-35 °C, e o segundo fator, as procedências. As sementes foram semeadas em caixas de plástico transparente, tendo como substrato papel mata-borrão e colocadas para germinar em *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D) sob alternância de 12 h de luz e 12 h de escuro. As sementes foram avaliadas durante quatorze dias por meio das seguintes variáveis: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas. A germinação de jambu ocorre sobre ampla faixa térmica, tendo os melhores resultados nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C e alternada de 20-30 °C.

**Palavras-chave:** *Asteraceae*. Jambu. Hortaliça.



## **SEED GERMINATION OF *Acmella oleracea* L. R. K. Jansen UNDER DIFFERENT TEMPERATURES**

### **ABSTRACT**

Knowledge about germination, the first stage of the plant cycle, is fundamental to allow the evaluation of the physiological quality and seed potential, as well as the development of practices that allow better management of the species. The objective of this study was to evaluate the effect of temperatures on the germination of *A. oleracea* seeds from two sources. The experimental design was completely randomized, with four replicates of 50 seeds. The treatments were arranged in factorial scheme 6 x 2, being the first factor constituted of temperatures of 20 °C; 25 ° C; 30 ° C; 35 ° C; 20-30 °C and 25-35 °C, and the second factor, the provenances. The seeds were seeded in transparent plastic boxes, having as substrate paper blotter and placed to germinate in *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) under alternation of 12 h of light and 12 h of dark. Seeds were evaluated during fourteen days using the following variables: germination, germination speed index, seedling length and dry mass. The germination of jambu occurs over a wide thermal range, with the best results at constant temperatures of 25 and 30 ° C and alternating between 20-30 ° C.

**Keywords:** *Asteraceae*. Jambu. Vegetables.

## 1. INTRODUÇÃO

*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen – conhecida popularmente por jambu, agrião-do-pará, agrião-do-norte, agrião-do-brasil, jambu-açu, botão-de-ouro – é uma hortaliça herbácea, encontrada na América do Sul. No Brasil, ocorre espontaneamente na região amazônica ou cultivada pelos produtores (HOMMA et al., 2011; MARTINS et al., 2012).

A propagação do jambu pode ser por via sexuada e assexuada, sendo o uso de sementes o método mais empregado pelos produtores (HOMMA et al., 2011). Segundo ainda estes autores, suas inflorescências, folhas e ramificações são utilizadas para fins medicinais na composição de produtos odontológicos e cosméticos, além da produção de licores e cachaças.

Apesar de suas potencialidades, sua produção é realizada, ainda, por meio de “etnocultivo”, conhecimentos empíricos adquiridos pelos próprios produtores ao longo do tempo. Isto demonstra que há necessidade de informações sobre o sistema produtivo e de manejo da espécie, principalmente no tocante à tecnologia de sementes.

O conhecimento sobre a germinação, primeiro estágio do ciclo do vegetal, é fundamental para permitir a avaliação da qualidade fisiológica e o potencial das sementes, (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012) além do desenvolvimento de práticas que possibilitem o melhor manejo da cultura. A germinação pode ser influenciada por fatores intrínsecos da semente, como genético (genótipos), vigor, viabilidade, longevidade, grau de maturidade e dormência, e extrínsecos, como água, luz, temperatura, oxigênio e substrato, que podem agir sozinhos ou em conjunto (PAIVA et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2016).

A temperatura influencia na velocidade de absorção de água na germinação, na qual as sementes dependem de pontos específicos para germinar: ótima, mínima e máxima. Esta primeira é favorável à máxima porcentagem de germinação em menor intervalo de tempo; ao passo que a mínima diminui a porcentagem e velocidade de germinação; e na máxima há um aumento na velocidade, porém apenas sementes vigorosas conseguem germinar, ocorrendo redução na porcentagem final (ALVES et al., 2014; ALVES et al., 2016).

Estudos têm demonstrado que a temperatura favorece a germinação de algumas espécies, como *Lactuca sativa* L. (alface) (CATAO et al., 2014), *Cucumis metuliferus* E. Mey. (kino) (ALVES et al., 2014), *Solanum lycopersicum* L. (tomate) (NASCIMENTO et al., 2016) e *Salvia hispanica* L. (chia) (PAIVA et al., 2016). Todavia, para o jambu estas informações ainda são inexistentes, o que reforça a necessidade de suas determinações.

Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *A. oleracea* provenientes de duas procedências.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), *campus* Mossoró, RN, no período de agosto a outubro de 2016.

As inflorescências do jambu foram coletadas de plantas espontâneas e aleatórias, em duas localidades do estado do Pará, Belém (01° 27' 21" S, 48° 30' 16" W e 10 m de altitude) e Castanhal (01° 17' 38" S, 47° 55' 35" W e 41 m de altitude). Em seguida, foram colocadas para secar em ambiente ventilado e sombreado durante cinco dias (HOMMA et al., 2011). Os aquênios foram retirados das inflorescências de forma manual e com auxílio de um soprador, modelo tipo General®, eliminou-se a pálea. Depois, as sementes foram acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas em ambiente controlado (18 °C e 50% de umidade relativa do ambiente) até o momento da instalação do experimento.

O experimento foi conduzido sob o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 6 x 2, o primeiro constituído das temperaturas de 20 °C; 25 °C; 30 °C; 35 °C; 20-30 °C e 25-35 °C, sob alternância de 12 h de luz e 12 h de escuro; o segundo fator, as procedências das sementes. Com isso, os tratamentos foram avaliados por meio das seguintes análises:

### Teor de água

Realizada antes dos testes de germinação, pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C, por 24 horas, utilizando o peso de duas subamostras de sementes, sendo os resultados expressos em percentagem média com base no peso úmido (BRASIL, 2009).

### Germinação

Inicialmente, para evitar a incidência de fungos, as sementes foram submetidas à assepsia em hipoclorito de sódio a 1% por 40 segundos e lavadas em água corrente (AIMI et al., 2016). O teste foi conduzido em germinador tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) sob as temperaturas estabelecidas para cada localidade. A semeadura foi em caixas de acrílico, tipo Gerbox® (11 x 11 x 3,5 cm), tendo como substrato duas folhas de papel mata-borrão, previamente esterilizadas e umedecidas com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As caixas foram tampadas e acondicionadas em sacos de plástico transparente (0,05 mm de espessura) para evitar ressecamento do substrato.

Para a alternância do fotoperíodo (12 h de luz e 12 h de escuro) nas temperaturas alternadas, para a luz, utilizou-se a temperatura mais elevada; para o escuro, a mais baixa (BRASIL, 2009).

O teste de germinação de sementes de jambu foi conduzido por 14 dias, momento em que ocorreu a estabilização. Considerou-se como germinadas as que apresentavam extensão radicular igual ou superior a dois milímetros (REHMAN et al., 1996). Os resultados foram expressos em médias de sementes germinadas.

### **Índice de velocidade de germinação**

Realizado conjuntamente com o teste de germinação, por meio da metodologia proposta por Maguire (1962). As contagens das plântulas normais foram realizadas diariamente e no mesmo horário da primeira avaliação.

### **Comprimento de plântulas**

No final do teste de germinação, as plântulas normais foram medidas da raiz principal até o ápice foliar, utilizando uma régua graduada em milímetros. Os resultados foram expressos em cm/plântula.

### **Massa seca de plântulas**

As plântulas normais foram acondicionadas em sacos de papel Kraft identificados e colocados em estufa com circulação de ar forçada a  $65 \pm 3$  °C por 72 h. Em seguida, as plântulas foram pesadas em balança analítica (0,0001 g) e os resultados expressos em mg/plântula.

### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Nos casos de significância, as médias dos fatores foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, com auxílio do *software* estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *A. oleracea* provenientes do município de Belém estavam com teor de água de 7,4%, e as de Castanhal, com 7,3%.

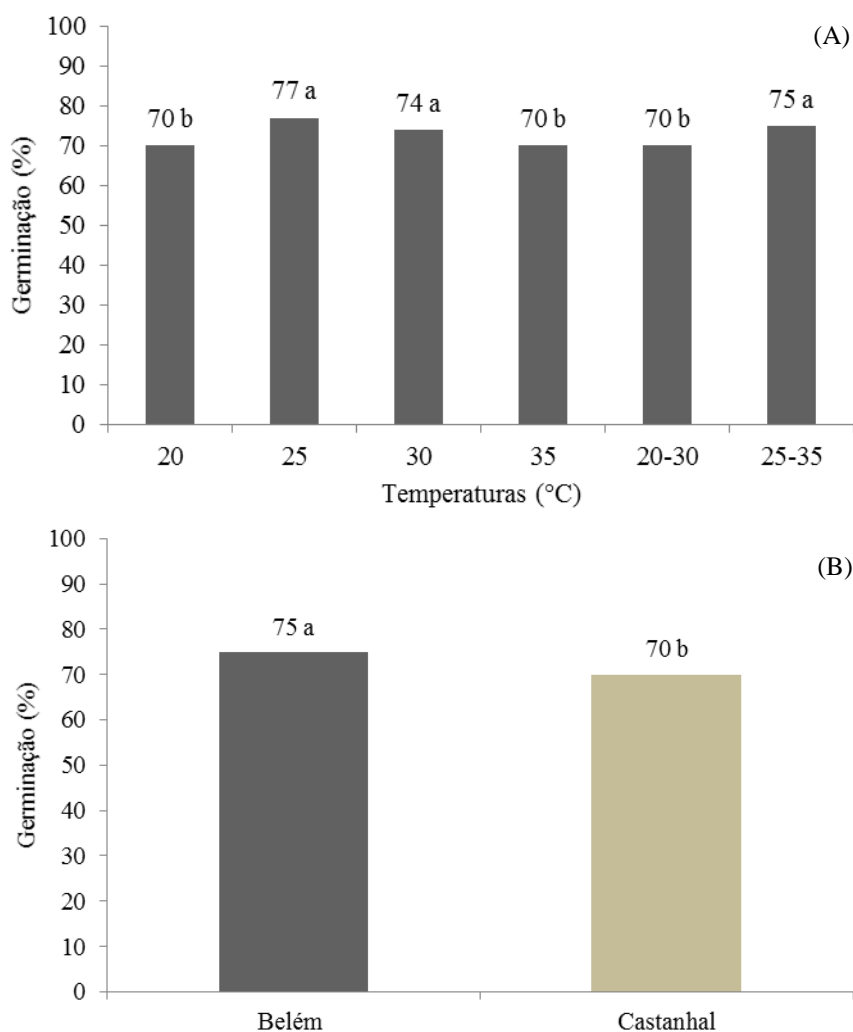
Para os dados de germinação, não foi observada interação entre as temperaturas e as procedências (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância da germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MS) para sementes de jambu (*Acmella oleracea* L.R.K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará e conduzidas em diferentes temperaturas. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.

FV	GL	Valores de quadrados médios			
		G	IVG	CP	MS
Procedências (P)	1	229,68 <sup>**</sup>	36,75 <sup>**</sup>	0,000208 <sup>ns</sup>	0,020833 <sup>ns</sup>
Temperatura (T)	5	80,57 <sup>*</sup>	14,95 <sup>**</sup>	2,702208 <sup>**</sup>	21,620833 <sup>**</sup>
P x T	5	23,33 <sup>ns</sup>	7,15 <sup>**</sup>	0,150208 <sup>ns</sup>	3,120833 <sup>**</sup>
Resíduo	36	25,02	1,50	0,065208	0,756944
CV (%)		6,90	14,20	17,05	21,86

FV= Fontes de variação; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; ns= não significativo; \*\*, \*= Significativo a 1 e 5% de probabilidade respectivamente pelo teste de F.

Ao avaliar o efeito do fator procedência isolado, as sementes provenientes de Belém apresentaram maior porcentagem de germinação (75%) (Gráfico 1B). Em relação às diferentes temperaturas, constatamos que as maiores porcentagens de germinação foram verificadas nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C e sob temperatura alternada de 25-35 °C (Gráfico 1A). Para a mesma espécie, Oliveira e Innecco (2012) verificaram comportamento semelhante quando utilizaram diferentes temperaturas e fotoperíodos. Estes resultados corroboram com os encontrados por Villela et al. (2010), os quais, avaliando a germinação de sementes de diferentes cultivares de alface produzidas sob diferentes épocas (inverno e verão) e temperaturas, verificaram que as temperaturas de 20 °C e 25 °C para o inverno e verão proporcionaram maiores porcentagens de germinação para as cultivares testadas.



**Gráfico 1.** Germinação (%) de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará e conduzidas em diferentes temperaturas. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Resultados semelhantes foram obtidos na germinação de sementes de cultivares de almeirão (PINTO-JÚNIOR et al., 2009) e cultivares de coentro (PEREIRA et al., 2005) a avaliar o efeito de temperaturas adversas sobre a germinação: os autores encontraram pequena variação na germinação entre as cultivares nas temperaturas constantes de 20 e 25 °C, porém houve redução na germinação quando submetida a temperaturas superiores a 30 °C. O intervalo de temperatura ótimo para a germinação da maioria das espécies encontra-se entre 20 e 30 °C, e tanto abaixo quanto acima destas pode ser detectada a redução na velocidade e no total de germinação (KRAEMER et al., 2000).

A temperatura influencia a taxa de germinação de acordo com as temperaturas cardiais: a ótima pode propiciar porcentagem máxima de germinação em menor espaço de

tempo, ao passo que a máxima e mínima resultam em pequenas porcentagens de germinação ou morte do embrião (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O jambu foi capaz de germinar em temperaturas entre 20 e 35°C, mostrando sua capacidade de adaptação a ambientes com estas variações, o que permite maior probabilidade de sucesso de estabelecimento das plântulas em campo. Segundo Lemes e Lopes (2012), sementes que apresentam esse comportamento são consideradas euritérmicas, ou seja, resistentes a grandes variações de temperatura.

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG), houve interação entre as procedências e temperaturas. As sementes oriundas de Belém apresentaram maior IVG em relação às de Castanhal, sob temperatura de 20 °C; por outro lado, a temperatura de 35 °C reduziu, aos menores valores, o IVG para ambas as procedências (Tabela 2).

**Tabela 2.** Índice de velocidade de germinação de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará e conduzidas em diferentes temperaturas. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.

Temperatura (°C)	Localidades	
	Belém	Castanhal
20	12,0 aA	6,75 bB
25	10,50 aB	8,50bA
30	8,50 aC	6,75 aB
35	6,25 aD	6,50 aB
20-30	9,50 aB	10,50 aA
25-35	9,25 aB	8,50 aA
CV (%)	14,2	

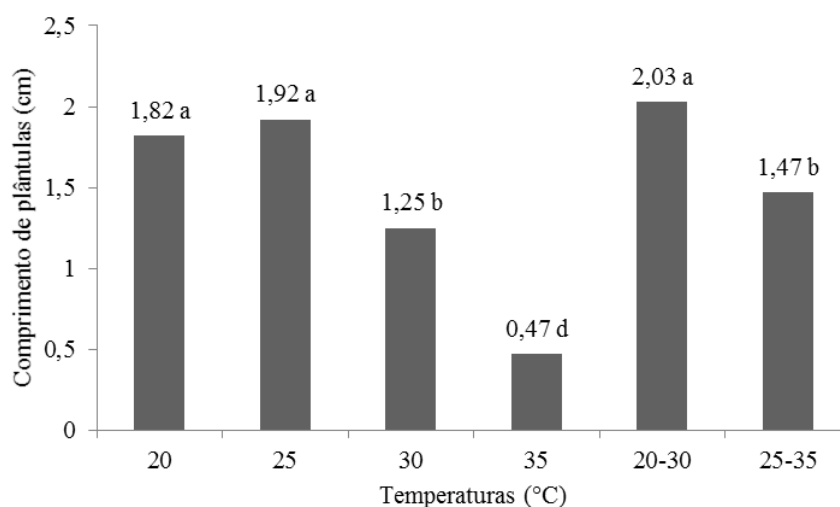
CV= Coeficiente de variação; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O IVG é um índice de vigor importante que permite estimar o número médio de plântulas normais germinadas por dia. Sendo assim, quanto mais rápida a germinação, menor é a exposição das sementes e plântulas as adversidades, o que pode prejudicar a produção final (NASCIMENTO et al., 2011). De acordo com Baskin e Baskin (2001), temperaturas superiores ou inferiores à ótima tendem a reduzir o processo germinativo, o que pode causar redução na germinação, o que ocorreu na temperatura de 35 °C para a espécie estudada. Isto ocorre porque altas temperaturas causam danos às sementes de determinadas espécies, levam a alterações enzimáticas, redução na quantidade de aminoácidos livres e modificação na reação de atividades metabólicas (MARCOS-FILHO, 2015).

Esta redução dá-se pelo fato de a temperatura de 35 °C estar acima da considerada ótima para a germinação de sementes de jambu (KRAEMER et al., 2000). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Oliveira; Innecco (2012), os quais constataram que a temperatura de 35 °C é deletéria para o processo germinativo para a mesma espécie. Resultado semelhante também foi observado em sementes de diferentes cultivares de alface (VILLELA et al., 2010), no qual o maior IVG foi sob temperatura de 20 °C e o menor, a 35 °C. Em outro estudo, em sementes de alface, Catão et al. (2014) verificaram que a temperatura de 35 °C também inibiu a germinação, afetando a qualidade das sementes devido possivelmente a esta alta temperatura.

A velocidade de germinação em sementes de kino também foi afetada quando submetida a temperatura de 30 °C (ALVES et al., 2014), diferentemente do que foi observado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* Mill), sob temperatura constante de 30°C, com maior velocidade de germinação e desenvolvimento das plântulas (FERREIRA et al., 2008). Já para as sementes de bertalha (*Basella rubra* L.), nas temperaturas de 20 e 35 °C não ocorreu germinação e, quando submetidas a alternada 20-35°C, houve maior porcentagem e IVG (LOPES et al., 2005).

Ao analisar o comprimento de plântulas de jambu, verificou-se que, assim como na germinação, não houve efeito da interação entre procedências e temperaturas. Constatou-se diferença apenas para o fator temperatura isolado, sendo os maiores comprimentos verificados na temperatura alternada de 20-30 °C; já os menores comprimentos de plântulas, com média de 0,47 cm, foram constatados na temperatura de 35 °C (Gráfico 2).



**Gráfico 2.** Comprimento de plântulas (cm) de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará e conduzidas em diferentes temperaturas. UFERSA, Mossoró, RN, 2018. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



Para o experimento realizado com sementes de chia, os maiores comprimentos de plântulas foram verificados em temperatura alternada de 25-30 °C e constante de 25 °C e 30 °C, já os menores comprimentos foram na temperatura de 35 °C (PAIVA et al., 2016). Resultado semelhante foram encontrados por Ferreira et al. (2008), trabalhando com rúcula, cujos dados obtidos permitiram estimar que a temperatura de 35 °C foi deletéria para o comprimento de plântulas. Esses resultados corroboram com os encontrados no presente estudo, demonstrando que as sementes de jambu germinam em temperaturas altas, porém, seu desenvolvimento é afetado.

A temperatura pode intervir no processo de crescimento, especialmente alterando a velocidade de absorção de água e modificando a velocidade das reações químicas, o que afeta a síntese de substâncias para a plântula, atrasando seu crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, altas temperaturas podem modificar a estabilidade das membranas celulares, afetando diferentes processos metabólicos, em especial a fotossíntese, respiração celular e germinação (SANTOS; ZONETTI, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2013), fato constatado com as sementes desse estudo quando submetidas à temperatura de 35 °C, na qual houve redução de 79% no crescimento, em relação aos maiores comprimentos de plântulas que foram influenciados pela faixa de temperatura considerada ótima para a germinação, 20 °C a 30 °C, em cujo intervalo as plântulas não sofreram estiolamento e/ou estresse térmico.

Para a massa seca de plântulas, verificou-se interação entre as procedências e as temperaturas. As sementes de ambas as localidades quando submetidas à temperatura alternada de 20-30 °C apresentaram maior acúmulo de massa seca, tendo as de Castanhal, 7,5 mg/plântula e as de Belém 6,0 mg. Por outro lado, a temperatura de 35 °C foi a mais prejudicial para o acúmulo de biomassa para ambas as procedências (Tabela 3).

**Tabela 3.** Massa seca de plântulas (mg) de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará e conduzidas em diferentes temperaturas. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.

Temperatura (°C)	Localidades	
	Belém	Castanhal
20	5,75 aA	3,75 bB
25	3,00 aB	2,75 aC
30	3,50 aB	4,00 aB
35	2,25 aB	1,75 aC
20-30	6,00 bA	7,50 aA
25-35	3,25 aB	4,25 aB
CV (%)	21,8	

CV= Coeficiente de variação; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O melhor resultado de massa seca na temperatura alternada pode ser explicado pelo fato de essa temperatura, que simula flutuações térmicas e de luminosidade encontradas naturalmente em condições ambientais, ter influenciado positivamente para o acúmulo de biomassa (OLIVEIRA; INNECCO, 2012; PAIVA et al., 2016). Acredita-se ainda que nessa faixa de temperatura houve menor taxa respiratória, em relação aos outros processos fisiológicos e, assim, as sementes acumularam suas reservas, resultando em plântulas de maior massa.

Diferentemente do que foi encontrado no trabalho de Oliveira e Innecco (2012) para a mesma espécie, onde foi observado maior acúmulo de massa seca na temperatura de 25 °C. Da mesma maneira, em trabalho com chia, o maior acúmulo de massa seca estimado das plântulas foi observado nas temperaturas constantes de 20 e 25 °C, e alternada de 25- 30 °C (PAIVA et al., 2016).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A germinação de jambu ocorre sobre ampla faixa térmica, tendo porcentagens maiores nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C e alternada de 20-30 °C, para ambas as procedências.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. M. et al. Germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (Fabaceae) sob a influência da luz e temperaturas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 971-978, set. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cflo/v26n3/0103-9954-cflo-26-03-00971.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- ALVES, C. Z. et al. Teste de germinação em sementes de *Cucumis metuliferus* E. Mey. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 228-234, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n2/a4914cr2013-0061.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- AIMI, S. C. et al. Teste de sanidade e germinação em sementes de *Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1361-1370, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/25155/pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 2001. 666p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2017.
- CATÃO, H. C. R. M. et al. Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de alface em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 4, p. 316-322, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v49n4/0100-204X-pab-49-04-0316.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- FERREIRA, E. G. B. S. et al. Influência da temperatura e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de rúcula (*Eruca sativa* Mill.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 3, p. 209-212, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/1190/119017386002.pdf>>. Acesso em 03 out. 2017.
- KRAEMER, K.H.; KÂMPF, A.N.; ÁQUILA, M.E.A. Luz e temperatura na germinação de sementes de *Tibouchina urvilleana*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas v. 26, n. 12, p. 39-45, 2000. Disponível em: <<https://ornamentalhorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/61>>. Acesso em: 04 out. 2017.

HOMMA, A. K. O. et al. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 6, n. 12, p. 125- 141, 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920560/etnocultivo-do-jambu-para-abastecimento-da-cidade-de-belem-estado-do-para>>. Acesso em: 03 out. 2017.

LEMES, E. Q.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de Paineira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 179-186, 2012. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr94/cap05.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2017.

LOPES, J. C. et al. Influência de temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de bertalha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 18-24, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbs/v27n2/a04v27n2.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2017.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015, 660p.

MAGUIRE, J. Speed of germination-aid in selection and avaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/CS0020020176/>>. Acesso em: 04 out. 2017.

MARTINS, C. P. S. et al. Caracterização morfológica e agronômica de acessos de jambu (*Spilanthes oleracea* L.) nas condições do Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 410-413, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v14n2/23.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2017.

NASCIMENTO, W. N. et al. Germinação de sementes em tomateiro em diferentes temperaturas: Variabilidade fenotípica e heterose. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 34, n. 2, p. 216- 222, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v34n2/1806-9991-hb-34-02-00216.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2017.

NASCIMENTO, W. M. et al. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. In: **XI Curso sobre tecnologia de produção de sementes de hortaliças**. Porto Alegre/RS: Embrapa Hortaliças, 2011. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/911285/4/palestra17CursoSementesHortalicas11.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2017.

OLIVEIRA, O. M. A. S.; INNECCO, R. Germinação de sementes de jambu (*Acmella oleracea* – Asteraceae) sob influência de fotoperíodo e temperatura. **Revista Eletrônica de Biologia**, Sorocaba, v. 5, n. 3, p. 105-118, 2012. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/reb/article/view/9916/11639>>. Acesso em: 04 out. 2017.

PAIVA, E. P. de et al. Light regime and temperature on seed germination in *Salvia hispanica* L. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 4, p. 513-519, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asagr/v38n4/1807-8621-asagr-38-04-00513.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2017.

PEREIRA, R. S.; MUNIZ, M. F. B.; NASCIMENTO, W. M. Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 703-706, 2005. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/773314/1/pereiraaspectos.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.

PINTO JUNIOR, A. S. et al. Germinação de sementes de almeirão sob temperaturas adversas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 1232-1238, 2009. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_3/a1952\\_t3630\\_comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/a1952_t3630_comp.pdf)>. Acesso em: 03 out. 2017.

SANTOS, G. A.; ZONETTI, P. C. Influência da temperatura na germinação e desenvolvimento do girassol (*Helianthus annuus* L.). **Iniciação Científica- CESUMAR**, Maringá, v. 11, n. 1, p. 23-27, 2009. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/viewFile/1038/756>>. Acesso em: 05 out. 2017.

REHMAN, S. et al. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. **Seed Science and Technology**, Switzerland, v. 25, n. 1, p. 45-57, 1996. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CH19970074170>>. Acesso em: 04 out. 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed. 2013. 719 p.

VILLELA, R. P. et al. Produção e desempenho de sementes de cultivares de alface em duas épocas de plantio. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 32, n. 1, p. 158-169, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n1/v32n1a18.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2017.

## CAPÍTULO IV

### DÉFICIT HÍDRICO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE JAMBU

(*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen)

#### RESUMO

A disponibilidade de água influencia o metabolismo vegetal nas diversas etapas do desenvolvimento, especialmente no período entre a germinação e a emergência das plântulas. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito do déficit hídrico durante o processo de germinação de sementes de *A. oleracea* procedentes de duas regiões do estado do Pará, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 5 x 2, constituído pelos potenciais osmóticos (-0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e água destilada para o potencial 0,0 MPa) e as procedências das sementes. Para isso, instalou-se o teste de germinação em substrato mata-borrão, umedecidos com soluções de manitol e polietilenoglicol (PEG 6000) nos potenciais mencionados. As variáveis analisadas foram germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas. O processo germinativo de sementes de jambu é comprometido a partir de potenciais de -0,2 MPa em PEG e em potenciais osmóticos iguais ou inferiores a -0,6 MPa em manitol. As sementes provenientes de Belém foram mais tolerantes ao déficit hídrico, para ambos os agentes osmóticos, que as de Castanhal, PA.

**Palavras-chave:** Hortaliça não convencional. Asteraceae. Potencial osmótico. PEG 6000. Manitol.

## HYDRICAL DEFICIT ON GERMINATION AND VIGOR OF JAMBU SEEDS

(*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen)

### ABSTRACT

Water availability influences plant metabolism at various stages of development, especially in the period between germination and emergence of seedlings. The objective of this study was to evaluate the effect of water deficit during the germination process of *A. oleracea* seeds from two regions of the state of Pará, Brazil. The experimental design was completely randomized, with four replicates of 50 seeds. The treatments were arranged in a 5 x 2 factorial scheme, consisting of the osmotic potentials (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8 and distilled water for the potential 0.0 MPa) and the provenances of the seeds. For this purpose, the germination test was installed on a smudge substrate, moistened with solutions of mannitol and polyethylene glycol (PEG 6000) in the potentials mentioned. The analyzed variables were germination, germination speed index, seedling length and dry mass of seedlings. The germination process of jambu seeds is compromised from potentials of -0.2 MPa in PEG and at osmotic potentials equal to or lower than -0.6 MPa in mannitol. Seeds from Belém were more tolerant to the water deficit for both osmotic agents than those from Castanhal, PA.

**Keywords:** Unconventional vegetables. Asteraceae. Osmotic potential. PEG 6000. Mannitol.



## 1. INTRODUÇÃO

Jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) é uma hortalíça não convencional, herbácea de pequeno porte, nativa e cultivada na região amazônica, porém, com destaque socioeconômico para o estado do Pará, um dos maiores produtores e consumidores dessa espécie (COSTA et al., 2013). Nesta região, o jambu tem sido amplamente utilizada na culinária, e na medicina popular como medicamento anti-inflamatório, antisséptico e anestésico, devido possuir princípios ativos como saponinas, alcaloides e flavonoides (ABEYSIRI et al., 2013). Destes compostos bioativos, o principal é o espilantol, que pode exercer uma variedade de efeitos biológicos e farmacológicos, incluindo ações analgésicas, neuroprotetoras, antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas e inseticidas (RODRIGUES et al., 2014; BARBOSA et al., 2016).

A água é o fator que exerce maior influência sobre o processo de germinação, haja vista que sua absorção pelas sementes resulta na reidratação dos tecidos, intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada do crescimento por parte do eixo embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A absorção de água no início da embebição pode ser prejudicada por potenciais muito negativos, que inviabilizam a sequência dos processos relacionados com o processo germinativo (BOTELHO; PEREZ, 2001) e contribuem com a diminuição da velocidade e porcentagem de germinação das sementes (ÁVILA et al., 2007).

Um dos métodos utilizados em laboratório para a simulação do déficit hídrico no substrato tem sido o uso de soluções aquosas com diferentes potenciais osmóticos. Entre estas, destacam-se as de polietilenoglicol (PEG) e manitol, cujos agentes osmóticos são quimicamente inertes, não tóxicos e não eletrolíticos, (MARCOS-FILHO, 2015). O polietilenoglicol caracteriza-se por não penetrar nas células, devido ao seu elevado peso molecular (HASEGAWA et al., 1984; VILLELA et al., 1991), no entanto, pode provocar atraso no processo germinativo ou redução da germinação. Por outro lado, o manitol apresenta baixo peso molecular, o que pode permitir a sua absorção e metabolização, reduzindo desta forma o estresse hídrico provocado por este soluto (FANTI; PEREZ, 2004). Neste sentido, sementes quando submetidas às diferentes concentrações de manitol, podem apresentar maior tolerância ao estresse quando comparadas as de PEG (PELEGRINI et al., 2013).

Na literatura, diversas espécies olerícolas já foram estudadas em relação aos efeitos do déficit hídrico na germinação e vigor, como pepino (*Cucumis sativus*) (MATIAS et al., 2015), cenoura (*Daucus carota*) (SILVA et al., 2011), alface (*Lactuca sativa* L.) (BERTAGNOLLI

et al., 2003) e beterraba (*Beta vulgaris*, L.) (MACIEL et al., 2015). Todavia, para o jambu, informações sobre os efeitos da deficiência hídrica no que se refere ao processo germinativo são praticamente inexistentes, o que torna necessário o conhecimento e o entendimento do comportamento desta espécie quando submetida a condições de déficit hídrico.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do déficit hídrico durante o processo de germinação e vigor de sementes de *A. oleracea*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, RN, no período de outubro a dezembro de 2016.

As inflorescências de *A. oleracea* foram coletadas de plantas espontâneas provenientes dos municípios de Belém, PA (01° 27' 21" S, 48° 30' 16" W e 10 m de altitude) e Castanhal, PA (01° 17' 38" S, 47° 55' 35" W e 41 m de altitude). Em seguida, foram colocadas para secar em ambiente sombreado e ventilado durante cinco dias (HOMMA et al., 2011).

As sementes foram extraídas das inflorescências de forma manual e, em seguida, submetidas ao soprador de ar, modelo tipo general, para a eliminação da pálea. Com isso, foram acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas em ambiente controlado (18 °C e 50% de umidade relativa do ambiente) até o momento da instalação do experimento.

Realizou-se dois ensaios para a simulação do déficit hídrico durante o processo germinativo. Para isso, as sementes foram submetidas aos diferentes potenciais osmóticos induzidos por manitol e polietilenoglicol (PEG 6000), cujas soluções foram preparadas de acordo com a fórmula de Van't Hoff (SIMONI; CHAGAS, 2007) e a tabela proposta por Villela et al. (1991), respectivamente.

Os ensaios foram conduzidos sob o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 5 x 2, sendo o primeiro fator correspondente aos potenciais osmóticos (-0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e água destilada para o potencial 0,0 MPa) e, o segundo, a procedência das sementes (Belém e Castanhal, PA)

Para fins de monitoramento, inicialmente determinou-se o teor de água das sementes pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C, por 24 horas, utilizando-se o peso de duas subamostras de sementes (BRASIL, 2009).

Para avaliar o efeito do déficit hídrico sobre a germinação e o vigor foram realizados os seguintes testes:

### **Germinação**

Antes da instalação do teste de germinação nos diferentes potenciais osmóticos das soluções, realizou-se a assepsia das sementes de jambu em hipoclorito de sódio a 1% por 40 segundos e, em seguida, lavou-se em água corrente (AIMI et al., 2016).

Os testes de germinação foram conduzidos em germinador do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) sob a temperatura de 30 °C e luz constante. Para isso, utilizou-se caixas de acrílico transparente, tipo Gerbox® (11 x 11 x 3,5 cm), cujas sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel mata-borrão, dispostas no interior da caixa e que foram previamente esterilizadas e umedecidas com soluções de PEG 6000, manitol e água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Para evitar evaporação do substrato, as caixas tampadas foram acondicionadas em sacos plásticos transparente de 0,05 mm de espessura.

Considerou como germinadas, as sementes que apresentavam extensão radicular igual ou superior a dois milímetros (REHMAN et al., 1996), sendo avaliadas diariamente durante 14 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes germinadas.

### **Índice de velocidade de germinação**

Realizado conjuntamente com o teste de germinação, sendo avaliado com base no somatório de plântulas normais germinadas diariamente e dividido pelo número de dias correspondente a contagem. A partir dos dados diários, calculou-se o índice seguindo as recomendações de Maguire (1962).

### **Comprimento de plântulas**

Avaliado após o encerramento do teste de germinação, conforme procedimento descrito por Nakagawa (1999). Para a medição das plântulas normais, tomou-se a extensão desde a raiz principal até o ápice foliar. Para isso, utilizou-se uma régua graduada em milímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula.

### **Massa seca de plântulas**

As plântulas normais foram acondicionadas em sacos de papel Kraft identificados e levadas à estufa com circulação de ar forçada a  $65 \pm 3$  °C por 72 horas. Após a secagem, as plântulas foram pesadas em balança analítica (0,0001 g) e os resultados expressos em mg/plântula.

### **Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Nos casos de significância, as médias dos fatores qualitativos (procedências) foram comparadas

pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, e os fatores quantitativos (potenciais osmóticos) pela análise de regressão, com auxílio do *software* estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Para as variáveis IVG, comprimento e massa de plântulas não foi possível realizar a análise de regressão, devido não apresentarem plântulas normais a partir dos potenciais -0,4 MPa, com isso, decidiu-se por aplicar teste de comparação de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação entre as procedências e os potenciais osmóticos quando submetidos ao PEG para a germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de plântulas de sementes de jambu. Porém, quando submetidas ao manitol verificou-se efeito isolado dos fatores procedências e potenciais para a germinação, e interação sobre os mesmos fatores para o IVG, CP e MS (Tabela 1).

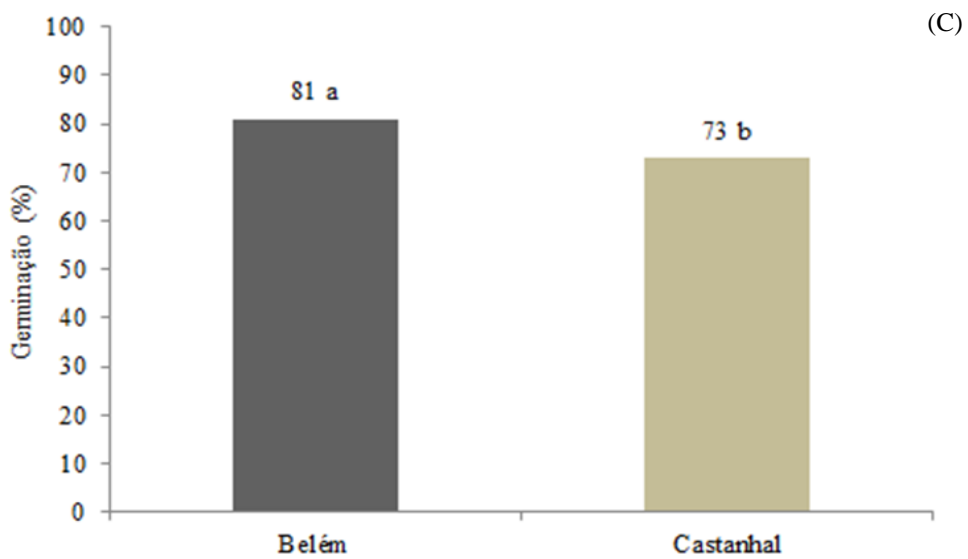
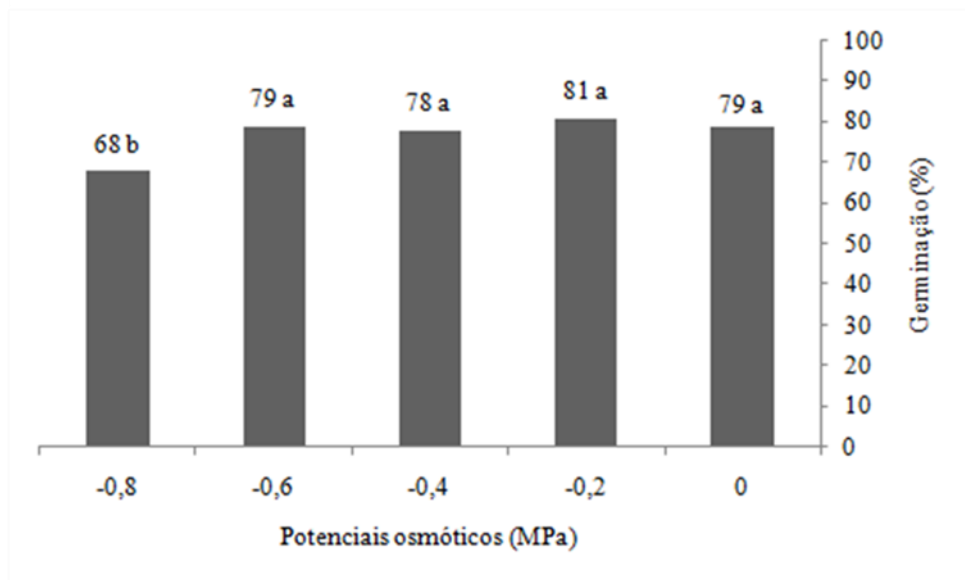
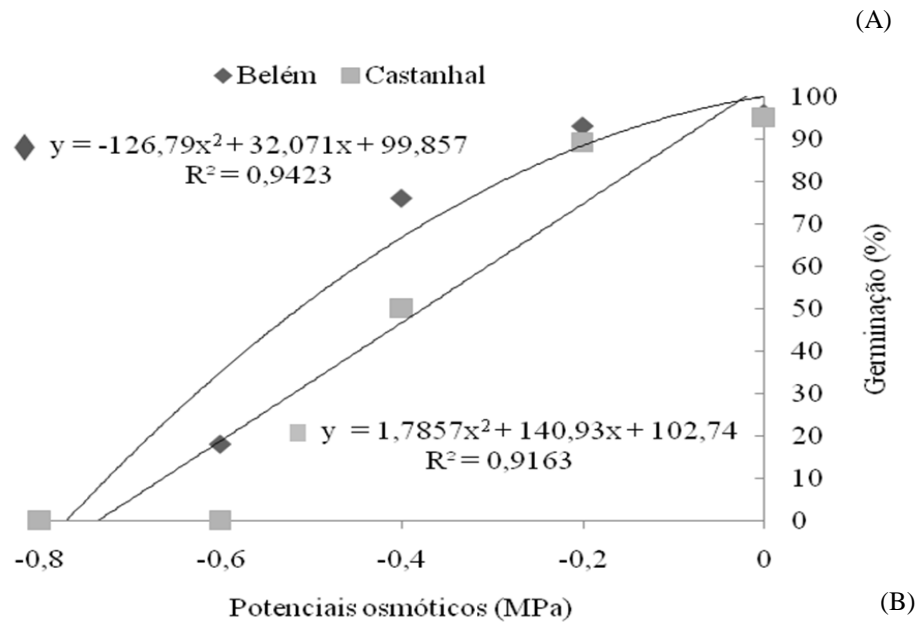
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância da germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MS) para sementes de jambu (*Acmella oleracea* L.R.K. Jansen), provenientes de duas localidades do estado do Pará, conduzido sobre déficit hídrico induzido por PEG 6000 e manitol. UFERSA, Mossoró, RN, 2018.

FV	GL	QM			
		G	IVG	CP	MS
Procedências (P)	1	893,02**	30,62**	0,001440 <sup>ns</sup>	0,006250 <sup>ns</sup>
Potenciais PEG (PP)	4	10094,40**	185,72**	11,691310**	82,056250**
P x PP	4	217,52**	11,50**	0,096640**	0,006250 <sup>ns</sup>
Resíduo PEG	30	34,50	1,20	0,017678	1,681250
CV PEG (%)		13,57	38,91	15,12	55,47
Procedências (P)	1	592,90**	25,60**	2,111402**	14,400000**
Potenciais manitol (PM)	4	195,90**	183,33**	6,565829**	66,287500**
P x PM	4	57,90 <sup>ns</sup>	4,66**	1,148759**	2,962500**
Resíduo manitol	30	33,63	0,53	0,024674	0,350000
CV manitol (%)		7,55	15,88	11,50	17,15

FV= Fontes de variação; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; ns= não significativo;

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As sementes oriundas de Belém e Castanhal tiveram decréscimos na germinação na medida que se aumentou o potencial osmótico, induzido por PEG, alcançando o valor mínimo de germinação no potencial -0,6 MPa (18%) para as de Belém e -0,4 MPa (45%) para as de Castanhal, com nulidade de germinação para ambas as procedências em potencial de -0,8 MPa. Diferentemente, no manitol, as sementes germinaram sob todos os potenciais osmóticos, apresentando menor porcentagem de germinação no potencial -0,8 MPa (68%), e maior em potenciais superiores a este (Gráfico 1A, B). A maior germinação foi encontrada nas sementes provenientes de Belém, com 81%, quando submetidas ao manitol (Gráfico 1C).



**Gráfico 1.** Germinação de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará, conduzida sobre déficit hídrico induzido

por PEG 6000 (A) e manitol (B e C). UFERSA, Mossoró, RN, 2018. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A diferença no total da germinação entre os potenciais está ligada diretamente entre si, pois cada espécie exige um valor de potencial hídrico mínimo para ocorrer o processo germinativo, abaixo do qual a germinação não ocorre (STEFANELLO et al., 2008). Comparando os dois agentes osmóticos, os resultados indicam que as sementes de jambu são mais sensíveis ao PEG. Isto ocorreu, provavelmente, devido ao seu alto peso molecular (HASEGAWA et al., 1984), alta viscosidade e taxa de difusão de O<sub>2</sub>, que juntos reduziram a disponibilidade de oxigênio para as sementes (YOON et al., 1997), acarretando no retardamento de entrada de oxigênio nas células, controlando a absorção de água pelos tecidos da semente e impedindo ou dificultando o processo germinativo (ROSA et al., 2005).

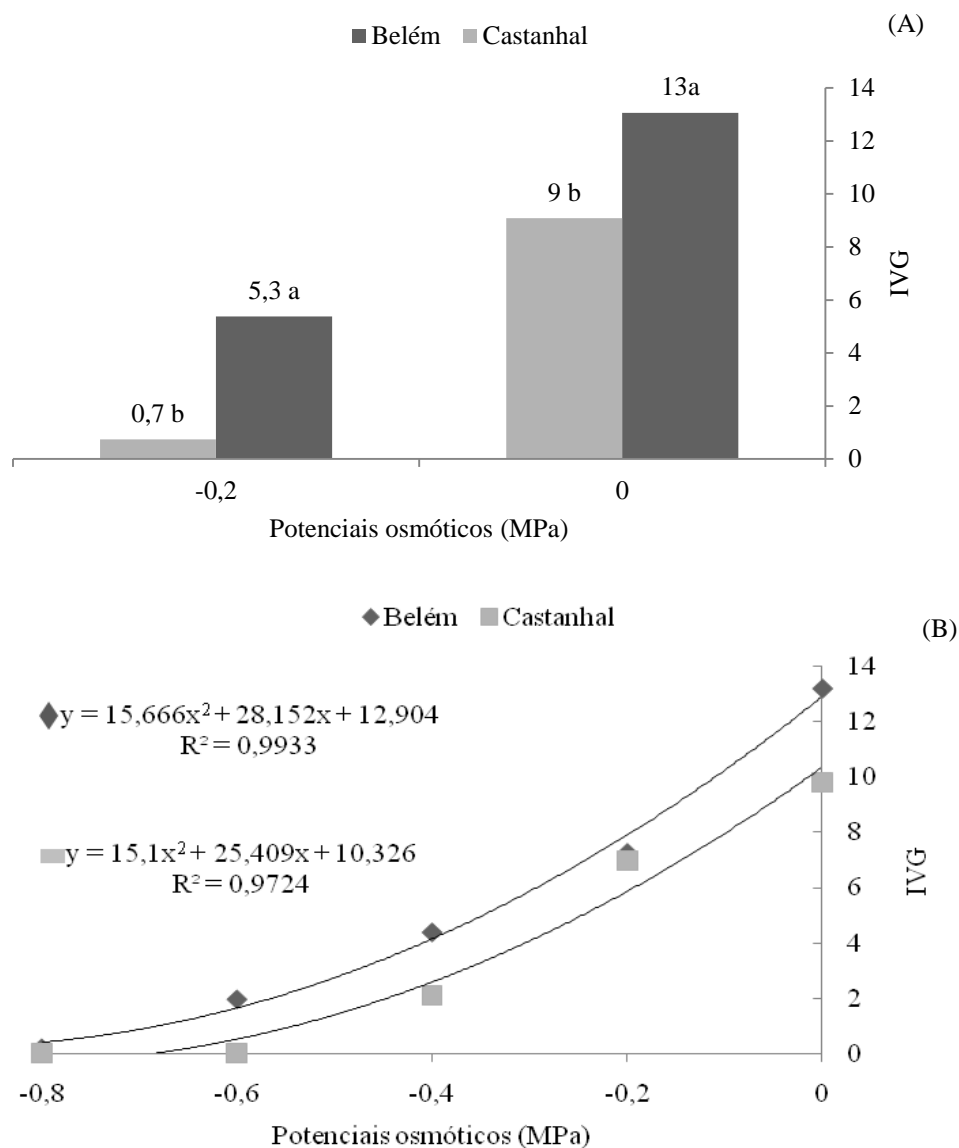
O efeito negativo do estresse hídrico induzido por agentes osmóticos na germinação de sementes também foi relatado por outros pesquisadores, como Ávila et al. (2007), testando o manitol em canola (*Brassica napus* L.); e Dantas et al. (2011), avaliando o PEG em cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). Nestes trabalhos, os autores constataram, nesta ordem, redução na germinação quando as sementes foram submetidas aos potenciais de -1,0 e -0,8 MPa. Informações semelhantes foram encontradas ao simular potenciais osmóticos, induzidos por manitol e PEG, a partir de -0,4 MPa, na germinação de sementes de beterraba (MACIEL et al., 2015). Em outros estudos, sementes de cenoura (SILVA et al., 2011) se mostraram pouco tolerantes ao estresse hídrico simulado por PEG, com limite máximo de germinação em potencial de -0,3 MPa.

Verificou-se que os resultados do IVG seguiram o mesmo comportamento da germinação. O déficit hídrico, induzido pelo agente PEG, foi mais prejudicial às sementes do que o manitol. Na medida em que se aumentou o potencial osmótico, estendia-se o número de dias para o início da germinação e, conseqüentemente, a velocidade decrescia. Bewley et al. (2013) afirmam que o déficit hídrico comumente promove diminuição na porcentagem e velocidade de germinação, de tal forma que quanto maior o déficit for maior será o tempo para a germinação.

Verificou-se maior IVG nas sementes oriundas de Belém e Castanhal no tratamento controle (potencial de 0,0 MPa) dos agentes osmóticos PEG e manitol (Gráfico 2A, B). Para as sementes de Belém, os menores IVG registrados foram nos potenciais de -0,2 e -0,6 MPa, quando se utilizou PEG e manitol, respectivamente. Para as sementes provenientes de Castanhal, os potenciais de -0,2 e -0,4 MPa, induzidos pelo PEG e manitol, respectivamente,



proporcionaram menor IVG. Tais resultados demonstram que existe uma queda na velocidade de germinação na medida em que o potencial se torna mais negativo. Esta condição pode prejudicar o desenvolvimento das plântulas em campo, pois o atraso na germinação pode expor as sementes às condições ambientais desfavoráveis, bem como ao ataque de pragas e doenças, acarretando danos severos (RABBANI et al., 2012).



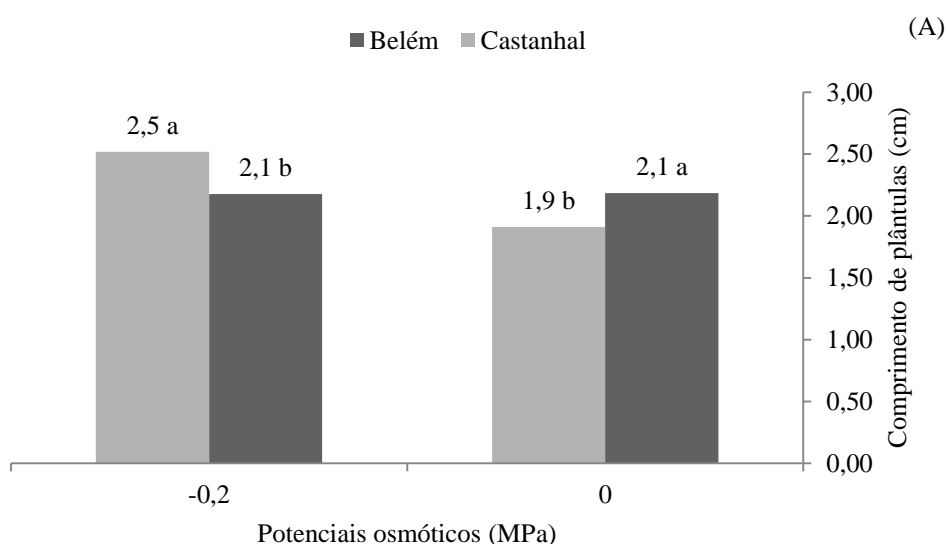
**Gráfico 2.** Índice de velocidade de germinação de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará, conduzido sobre déficit hídrico induzido por PEG 6000 (A) e manitol (B). UFERSA, Mossoró, RN, 2018. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

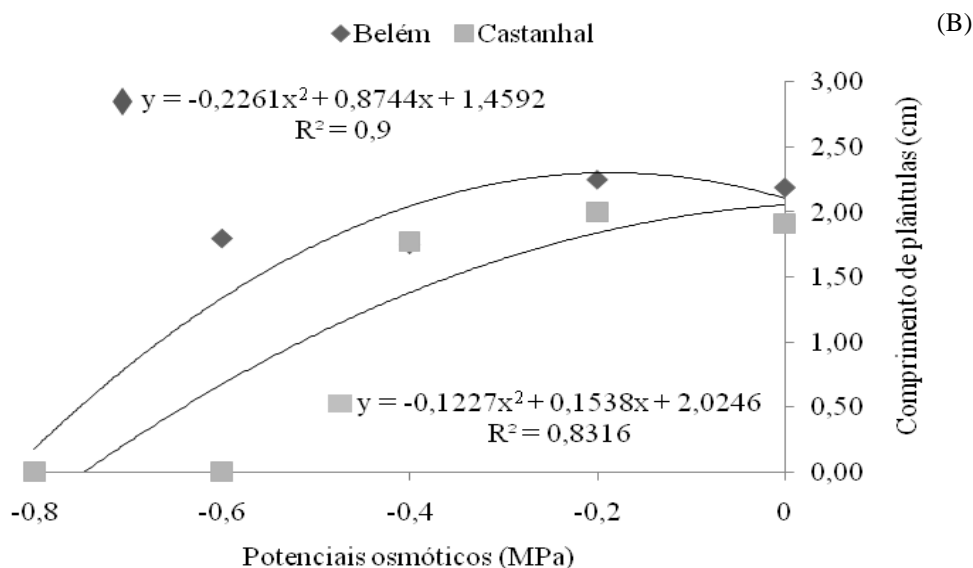
Resultados semelhantes foram observados utilizando-se PEG para simular potenciais osmóticos inferiores a -0,2 MPa, em sementes de pepino (MATIAS et al., 2015), cártamo

(DANTAS et al., 2011), alface (BERTAGNOLLI et al., 2003) e beterraba (MACIEL et al., 2015). Nestes estudos, os autores observaram retardo na velocidade de germinação e menor desenvolvimento de plântulas.

Para o comprimento de plântulas, verificou-se interação entre os fatores potenciais e procedências em ambos os agentes. Os maiores valores foram verificados sob o potencial de -0,2 MPa. Neste potencial, quando submetidas ao PEG, as de Castanhal tiveram valores de 2,5 cm, o que representa aumento de 24% em relação ao tratamento controle (potencial 0,0 MPa), enquanto que as Belém não tiveram alteração (Gráfico 3A). Além disso, no potencial de -0,2 MPa, induzido pelo manitol, as sementes de Belém apresentaram acréscimo de 3% (2,24 cm) e Castanhal de 4,5% (2,0 cm), em relação ao potencial 0,0 MPa (Gráfico 3B).

Em potenciais inferiores a -0,2 MPa, no PEG, não foram identificadas plântulas normais, em virtude da inibição da germinação, ao passo que no manitol houve plântulas normais até o potencial de -0,6 MPa, porém com comprimentos e porcentagens inferiores aos demais, chegando a nulidade em -0,8 MPa. Maciel et al. (2015) observaram que o déficit hídrico induzido pela solução de PEG e manitol, em potenciais a partir de -0,8 MPa, não possibilitou o desenvolvimento da parte aérea de beterraba, sendo observada apenas protrusão da raiz primária.



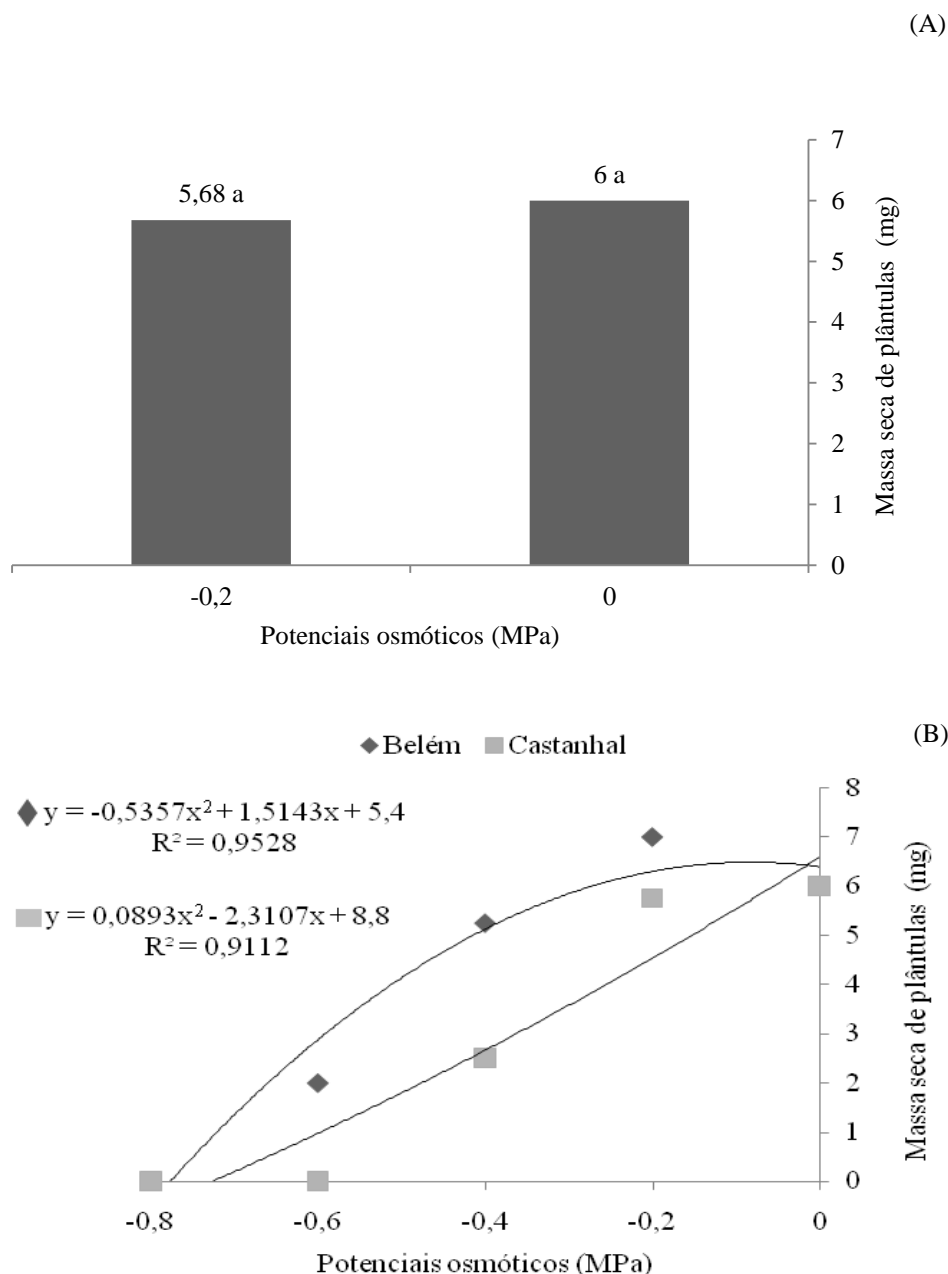


**Gráfico 3.** Comprimento de plântulas de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará, conduzido sob déficit hídrico induzido por PEG 6000 (A) e manitol (B). UFERSA, Mossoró, RN, 2018. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na literatura, em sementes de pepino submetidas ao déficit hídrico, em potencial osmótico de -0,2 MPa, induzido por PEG, Matias et al. (2015) relataram aumento na velocidade de germinação, atribuindo a este fato o possível ajuste osmótico. Tal comportamento é semelhante ao encontrado no presente trabalho, o que explica os nossos achados.

O déficit hídrico severo reduz a atividade enzimática e diversos processos fisiológicos e bioquímicos, resultando em menor desenvolvimento meristemático e em plântulas com menor desenvolvimento (RABBANI et al., 2012). Adicionalmente, Fanti e Perez (2004) enfatizam que a primeira e mais sensível resposta à redução do potencial osmótico do meio de embebição é a redução da turgescência celular e, conseqüentemente, do crescimento, uma vez que a divisão, o alongamento e diferenciação celular são afetados nos diversos estádios fisiológicos.

Com relação à massa seca, não foi verificada interação entre procedência e potenciais osmóticos sob influência do PEG, mas apenas efeito isolado entre os potenciais. Constatou-se comportamento decrescente com o aumento nos níveis, sendo os maiores conteúdos de massa seca (6,0 mg) obtidos no tratamento 0,0 MPa, e os menores valores foram 5,68 mg sob -0,2 MPa (Gráfico 4A). Diferentemente, no manitol houve interação entre as procedências e os potenciais, verificando-se que as sementes de Belém apresentaram maior acúmulo de massa seca em todos os potenciais, em comparação com as de Castanhal (Gráfico 4B).



**Gráfico 4.** Massa seca de plântulas de sementes de jambu (*Acmella oleracea* L. R. K. Jansen) provenientes de duas localidades do estado do Pará, conduzido sob déficit hídrico induzido por PEG 6000 (A) e manitol (B). UFERSA, Mossoró, RN, 2018. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A redução no acúmulo de massa seca pode estar relacionada à fase II da absorção de água durante a embebição das sementes, na qual o potencial osmótico da solução é aproximado ao potencial do embrião, tornando-se a fase mais extensa, permitindo que as sementes ativem inúmeros eventos do processo germinativo, sem que ocorra a protrusão da radícula ou germinação. Com isso, provoca o atraso da iniciação da fase III (FERREIRA; BORGHETTI, 2004), reduzindo o desenvolvimento de plântulas e, conseqüentemente, o conteúdo de massa seca.

Resultados semelhantes foram observados por Ávila et al. (2007), avaliando o efeito do déficit hídrico, induzido por solução de manitol, em sementes de canola. Esses autores verificaram que o decréscimo do potencial osmótico reduziu a massa seca das plântulas a partir do nível de potencial de -0,5 MPa. Redução também constatada em trabalho de Maciel et al. (2015), em sementes de beterraba, para as soluções de manitol e PEG sob o potencial -1,4 MPa, em que ocorreu inibição do processo germinativo, não apresentando plântulas normais.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O processo germinativo de sementes de jambu é comprometido a partir de potenciais inferiores a -0,2 MPa em PEG e em potenciais osmóticos iguais ou inferiores a -0,6 MPa em manitol.

As sementes provenientes de Belém-PA foram mais tolerantes ao déficit hídrico do que as de Castanhal-PA, em ambos os agentes osmóticos.

## REFERÊNCIAS

- ABEYSIRI, G. R. P. I. et al. Screening of phytochemical, physico-chemical and bioactivity of different parts of *Acmella oleraceae* Murr. (Asteraceae), a natural remedy for toothache. **Industrial Crops And Products**, Abeysiri, v. 50, p. 852-856, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669013004603>>. Acesso em: 15 out. 2017.
- AIMI, S. C. et al. Teste de sanidade e germinação em sementes de *Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1361-1370, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/25155/pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- 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**, Londrina, v. 29, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n1/14.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- BARBOSA, A. F. et al. Spilanthol: occurrence, extraction, chemistry and biological activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 26, n. 1, p. 128-133, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v26n1/0102-695X-rbfar-26-01-0128.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.
- BERTAGNOLLI, C. M. et al. Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) Submetidas a estresses hídrico e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 7-13, 2003. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/47721966-Desempenho-de-sementes-nuas-e-peletizadas-de-alface-lactuca-sativa-l-submetidas-a-estresses-hidrico-e-termico-1.html>>. Acesso em: 13 out. 2017.
- BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. Nova York: Springer, 2013. 392p.
- BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 43-49, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n1/a08v58n1.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2017.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- COSTA, S. et al. Spilanthol extraction using microwave: calibration curve for gas chromatography. **Chemical Engineering Transactions**, Milão, v. 32, p. 1783-1788, 2013.

AIDIC: Italian Association of Chemical Engineering. Disponível em: <<http://www.aidic.it/cet/13/32/298.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.

DANTAS, C. V. S. et al. Influência da sanidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 574-582, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n3/20.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2017.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 903 – 909, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n9/22034.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistic analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.

HASEGAWA, P. M. et al. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **HortScience**, Alexandria, v. 19, n. 3, p. 371-377, 1984. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US8510435>>. Acesso em: 10 out. 2017.

HOMMA, A. K. O. et al. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 6, n. 12, p. 125-141, 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920560/etnocultivo-do-jambu-para-abastecimento-da-cidade-de-belem-estado-do-para>>. Acesso em: 03 out. 2017.

MACIEL, K. S. et al. Germinação de sementes de beterraba em condições de estresse hídrico e salino. **Nucleus**, Ituperava, v. 12, n. 2, p. 189-199, 2015. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/viewFile/1167/1908>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MAGUIRE, J. Speed of germination-aid in selection and avaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/CS0020020176>>. Acesso em: 04 out. 2017.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015.660 p.

MATIAS, J. R. et al. Germinação de sementes de pepino cv. Caipira em condições de estresse hídrico e salino. **Revista Sodebras**, São Paulo, v. 10, n. 113, p. 33-39, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123495/1/Barbara-3.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.



NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-24.

PELEGRINI, L. L. et al. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 511-519, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cflo/v23n2/1980-5098-cflo-23-02-00511.pdf>>. Acesso em 15 out. 2017.

RABBANI, A. R. C. et al. Restrição hídrica em sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.). **Revista Científica UDO Agrícola**, Sergipe, v. 12, n. 3, p. 563-569, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/310327643\\_Restricao\\_hidrica\\_em\\_sementes\\_de\\_moringa\\_Moringa\\_oleifera\\_L\\_-\\_Restriccion\\_hidrica\\_en\\_semillas\\_de\\_moringa\\_Moringa\\_oleifera\\_L](https://www.researchgate.net/publication/310327643_Restricao_hidrica_em_sementes_de_moringa_Moringa_oleifera_L_-_Restriccion_hidrica_en_semillas_de_moringa_Moringa_oleifera_L)>. Acesso em: 15 out. 2017.

REHMAN, S. et al. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. **Seed Science and Technology**, Switzerland, v. 25, n. 1, p. 45-57, 1996. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CH19970074170>>. Acesso em: 15 out. 2017.

RODRIGUES, D.S. et al. Influência da adubação com nitrogênio e fósforo na produção de jambu, *Acmella oleracea* (L) R. K. Jansen. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 71-76, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v16n1/a10v16n1.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

ROSA, L. S. et al. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Bail (Timbó). **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 306-314, 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/744/74411309.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.

SILVA, M. C. C. et al. Efeito do estresse hídrico e térmico na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **IDESIA**, Arica, v. 29, n. 3, p. 39-44, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v29n3/art06.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.

SIMONI, J. A.; CHAGAS, A. P. Diagramas de ellingham e de Van't Hoff: algumas considerações. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 501-504, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n2/46.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

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**, Botucatu, v. 10, n. 2, p. 68-74, 2008. Disponível em: <[http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMediciniais/artigo11\\_v10n2.pdf](http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMediciniais/artigo11_v10n2.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.

VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/3549/882>>. Acesso em: 15 out. 2017.

YOON, Y.; LANG, H. J.; COBB, B. G. Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 2, p. 248-250, 1997. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/32/2/248.full.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.