



## Seleção de genótipos do gênero *Manihot* tolerantes à salinidade durante estabelecimento inicial

Selection of *Manihot* genotypes tolerant to salinity during initial establishment

S. S. Alencar<sup>1</sup>; J.N.T. Freire<sup>2</sup>; M. N. Araujo<sup>2</sup>; J. C. Silva<sup>3</sup>; R. A. Gomes<sup>4</sup>; R. P. Antonio<sup>5</sup>; B. F. Dantas<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco, 56328-900, Petrolina-PE, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Biologia, Universidade Federal da Bahia, 40170-115, Salvador-BA, Brasil

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Feira de Santana, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brasil

<sup>4</sup>Departamento de Biologia, Universidade Federal do Vale do São Francisco, 56300-000, Petrolina-PE, Brasil

<sup>5</sup>Embrapa Semiárido, 56302-979, Petrolina-PE, Brasil

\*barbara.dantas@embrapa.br

(Recebido em 06 de dezembro de 2021; aceito em 15 de março de 2022)

A salinidade é uma grande restrição ambiental para a produtividade de cultivos nas regiões áridas e semiáridas do mundo. Espécies silvestres do gênero *Manihot* são utilizados por pecuaristas do Semiárido nordestino como forragem para o rebanho de pequenos ruminantes, devido à sua rusticidade e tolerâncias às condições climáticas dessa região. A avaliação da tolerância durante o estágio de germinação de uma planta permite uma boa previsão de sua resposta à salinidade. Sendo assim, objetivou-se avaliar a germinação e crescimento inicial de plântulas de diferentes acessos de espécies silvestres do gênero *Manihot* em condições de salinidade. Foi realizado um experimento em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 3 (acessos x condutividade elétrica), com três repetições de 10 sementes. Foi avaliada a germinação e crescimento inicial de seis acessos oriundos da Coleção de Espécies Silvestres do Gênero *Manihot* da Embrapa Semiárido em substrato umedecido com soluções de NaCl nas condutividades elétricas 0, 4, 8 dS.m<sup>-1</sup>. O aumento da condutividade elétrica inibiu a germinação das sementes, com exceção do acesso BGMS38, que apresentou plântulas normais acima de 60% em até 8 dS.m<sup>-1</sup>. O aumento gradual da condutividade elétrica do substrato induz a inibição do processo germinativo e desenvolvimento inicial das plântulas.

Palavras-chave: forrageira, potencial osmótico, estresse salino.

Salinity is a major environmental constraint for crop productivity in arid and semi-arid regions of the world. Wild species of the genus *Manihot* are used by ranchers in the Northeastern Semi-Arid as fodder for the herd of small ruminants, due to their rusticity and tolerance to climatic conditions in that region. The evaluation of tolerance during the germination stage of a plant allows a good forecast of its response to salinity. Thus, the objective was to evaluate the germination and initial growth of seedlings of different accessions of wild species of the genus *Manihot* under salinity conditions. An experiment was carried out in a completely randomized design in a 6 x 3 factorial scheme (accesses x electrical conductivity), with three replications of 10 seeds. The germination and initial growth of six accessions from the Collection of Wild Species of the Genus *Manihot* of Embrapa Semi-arid were evaluated in a substrate moistened with NaCl solutions in electrical conductivities 0, 4, 8 dS.m<sup>-1</sup>. The increase in electrical conductivity inhibited seed germination, with the exception of BGMS38, which showed normal seedlings above 60% at up to 8 dS.m<sup>-1</sup>. Gradual increase in the electrical conductivity of the substrate inhibits germination process and initial seedling development.

Keywords: forage, osmotic potential, salt stress.

### 1. INTRODUÇÃO

A vegetação nativa do semiárido brasileiro constitui um importante recurso alimentar para os rebanhos dessa região [1, 2]. Algumas espécies pertencentes à família Euphorbiaceae se destacam, devido à sua abundância e ao seu alto potencial produtivo e nutricional na alimentação e performance animal, sendo elas a favela (*Cnidocolus* sp.), a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), as maniçobas (*Manihot* sp.) e a pornunça, um híbrido natural de mandioca e maniçoba [3, 4].

As maniçobas, espécies arbóreas do gênero *Manihot*, são endêmicas da região Nordeste do Brasil [5] e consideradas forragens de alto valor nutricional, principalmente em épocas de seca [6], devido à sua adaptação a solos com baixa disponibilidade de água e nutrientes [7]. Assim, essas espécies têm grande importância socioeconômica para o Semiárido Brasileiro [8]. Na literatura, pode se encontrar alguns poucos trabalhos sobre escarificação e temperatura ideal para germinação de sementes de mandioca (*M. esculenta* Crantz) [9]. No entanto, estudos sobre ecologia e germinação das sementes de maniçobas é escasso [10].

O potencial forrageiro dessas espécies tem gerado interesse em programas de melhoramento genético, principalmente em cruzamentos com mandioca para introgressão de genes de interesse (tolerância ao déficit hídrico e altas temperaturas, doenças e pragas). Estas espécies também são importantes para o aumento da produção de biomassa forrageira em condições extremas de seca e salinidade, que ocorrem na região nordeste do Brasil e que tendem a se agravar com os cenários previstos de mudanças climáticas [11].

A tolerância à salinidade do substrato varia em diferentes estágios do crescimento da planta. Em programas de melhoramento genético, voltados à seleção de genótipos tolerantes ao estresse salino, a triagem de genótipos necessária para identificar germoplasma tolerante, em campo pode ser muito trabalhosa devido à heterogeneidade espacial das propriedades físico-químicas do solo e variações sazonais de precipitação. Sendo assim, em avaliações preliminares de germoplasma, o estudo da germinação em soluções salinas, tem se apresentado como uma boa opção na identificação de genótipos tolerantes à salinidade. Além disso, é importante concentrar esforços nos estádios em que as plantas estão mais vulneráveis à salinidade (estádios iniciais e reprodutivos), bem como na duração da exposição ao estresse [12-14].

Esse trabalho teve como objetivo avaliar acessos de espécies silvestres do gênero *Manihot* quanto à tolerância à salinidade durante a germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Acessos de espécies Silvestres do gênero *Manihot* utilizados

Foram utilizadas sementes de seis acessos de maniçoba. (BGBGMS 30, BGBGMS 38, BGBGMS 41, BGBGMS 51, BGBGMS 76 e BGBGMS 88) oriundas da Coleção de Espécies Silvestres do Gênero *Manihot* da Embrapa Semiárido. O teor de inicial de água das sementes, foi de 6% obtido de acordo com metodologia adaptada de Brasil (2009) [15],

### 2.2 Indução da germinação das sementes

Para indução da germinação, 120 sementes (selecionadas aleatoriamente) de cada acesso de espécies do gênero *Manihot*, foram submersas em Becker contendo 100 ml de água destilada durante 24 horas [10, 16]. Após esse período, as sementes foram desinfestadas em solução de 10 gotas de detergente em 150 ml de água durante 10 minutos e enxaguadas com água destilada em abundância.

### 2.3 Germinação em condições salinas

O experimento para avaliação da tolerância de sementes e plântulas dos acessos ao estresse salino foram instalados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 6 x 3 (acessos x condutividade elétrica), respectivamente. Devido à quantidade limitada de sementes de cada acesso, essas foram submetidas ao teste de germinação, em 4 repetições de 10 sementes nas condutividades elétricas (CE) de 0, 4, 8 dSm<sup>-1</sup>, obtidas com soluções de 2,0 e 4.4 g L<sup>-1</sup> de NaCl em água destilada. Para isso, as sementes foram semeadas entre 3 camadas de papel germitest (28 x 38cm), umedecidas com as respectivas soluções salinas, com volume 2,5 vezes o peso seco do papel. Os rolos de germinação, nos quais as sementes foram semeadas, foram

embalados em sacos plásticos, e incubados em germinador tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) em temperatura alternada de 25-30°C, uma adaptação de Brasil (2009) [15].

## 2.4 Avaliação da germinação

A avaliação da porcentagem de germinação final foi realizada ao décimo terceiro dia após a incubação, por meio da contagem de plântulas normais. Para serem classificadas como normais, as plântulas deviam estar intactas, com todas as suas estruturas essenciais (raiz primária, raízes adventícias, cotilédones e folhas primordiais) bem desenvolvidas, completas, proporcionais e saudáveis. Foi avaliada também a porcentagem de plântulas anormais, aquelas que emitiram radícula, mas que não apresentaram desenvolvimento adequado [15].

## 2.5 Cinética da germinação

Para a cinética de germinação, a emissão de radícula - ER (2 mm), foi avaliada diariamente até 13 dias após a semeadura. A partir dos dados obtidos nas contagens diárias foi calculado o índice de velocidade de germinação - IVG [17], de acordo com as seguintes equações.

$$ER = \frac{\sum_{i=1}^k ni}{A} * 100 \quad (\text{equação 1})$$

$$IVG = \sum_{i=1}^k \frac{Ni}{ti} \quad (\text{equação 2})$$

Em que:

- $i$  = primeiro dia de observação;
- $K$  = último dia de observação;
- $ni$  = número não acumulado de sementes germinadas;
- $A$  = Número total de sementes colocadas para germinar;
- $Ni$  = número acumulado de sementes germinadas;
- $ti$  = número de dias.

## 2.6 Crescimento de plântulas

Ao final do teste de germinação, foram coletadas 5 plântulas normais por repetição, totalizando 20 unidades, que foram separadas em sistema radicular e parte aérea e avaliados quanto ao comprimento, biomassa fresca e, após secagem a 65°C até peso constante, biomassa seca [18].

## 2.7 Análise estatística

Os dados médios das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar® [19, 20].

## 3. RESULTADOS

Todas as variáveis avaliadas apresentaram interação significativa entre acessos e condutividade elétrica (CE) do meio.

Na ausência de salinidade do substrato ( $CE = 0 \text{ dSm}^{-1}$ ), a germinação (formação de plântulas normais) foi maior nas sementes dos acessos BGMS38, BGMS30 e BGMS88. Estes acessos também apresentaram maior germinabilidade (emissão de radículas -ER), índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 1) e biomassa fresca da parte aérea de plântulas (Tabela 2) em comparação com as condições salinas.

O acesso BGMS38 se destacou dos demais por não apresentar redução da germinação (porcentagem e velocidade) das sementes, e tampouco do crescimento de plântulas (comprimento da parte aérea e comprimento da raiz principal) nas condições salinas avaliadas (Tabelas 1 e 2). Além disso, esse acesso não apresentou aumento da porcentagem de plântulas anormais nas condições salinas em que germinou (Tabela 1).

Tabela 1: Resposta germinativa de sementes de acessos de *Manihot* spp. submetidas a diferentes condutividades elétricas do substrato.

Acessos	Condutividade elétrica (dSm <sup>-1</sup> )			Média
	0	4	8	
	<b>Germinação (% plântulas normais)</b>			
<b>BGMS38</b>	72,5 Aa	75,0 Aa	62,5 Aa	70,0 A
<b>BGMS30</b>	57,5 ABab	65,0 ABa	35,0 ABb	52,5 B
<b>BGMS88</b>	60,0 Aa	45,0 Ba	17,5 BCb	40,8 BC
<b>BGMS41</b>	27,5 Ca	7,0 Cab	0,0 Cb	11,6 D
<b>BGMS51</b>	30,0 BCa	12,5 Cab	5,0 Cb	15,8 D
<b>BGMS76</b>	25,5 Cb	55,0 ABa	2,5 Cb	27,5 CD
<b>Média</b>	45,4 a	43,3 a	20,4 b	CV= 36,44%
	<b>Plântulas anormais (%)</b>			
<b>BGMS38</b>	20,0 ABab	15,0 Ab	32,5 ABa	22,5 AB
<b>BGMS30</b>	32,5 Aa	22,5 Aa	45,0 Aa	33,3 A
<b>BGMS88</b>	22,5 ABab	7,5 Ab	20,0 BCa	16,6 B
<b>BGMS41</b>	7,5 Ba	5,0 Aa	0,0 Da	4,1 C
<b>BGMS51</b>	20,0 ABa	5,0 Aa	10,0 CDa	11,6 BC
<b>BGMS76</b>	15,0 ABa	20,0 Aa	7,5 CDa	14,1 BC
<b>Média</b>	19,5 a	19,1 a	12,5 b	CV=55,33%
	<b>Emissão de radícula (%)</b>			
<b>BGMS38</b>	92,5 Aa	90,0 Aa	97,5 Aa	93,3 A
<b>BGMS30</b>	90,0 Aa	85,0 Aa	80,0 Aa	85,0 A
<b>BGMS88</b>	82,5 Aa	52,5 Bb	37,5 Bb	57,5 B
<b>BGMS41</b>	35,0 Ba	12,5 Cab	0,0 Cb	13,5 D
<b>BGMS51</b>	50,0 Ba	17,5 Cb	15,0 BCb	28,1 CD
<b>BGMS76</b>	42,5 Bb	77,5Aba	12,5 Bcc	42,3 BC
<b>Média</b>	65,4 a	55,8 a	37,3 b	CV= 25,57%
	<b>Índice de velocidade de germinação (plântulas.dia<sup>-1</sup>)</b>			
<b>BGMS38</b>	1,9 Aa	1,5 Aa	1,7 Aa	1,7 A
<b>BGMS30</b>	1,7 Aa	1,5 Aab	1,2 ABb	1,5 A
<b>BGMS88</b>	1,6 Aa	0,9 ABb	0,6 BCb	1,0 B
<b>BGMS41</b>	0,5 Ba	0,4 BCab	0,0 Db	0,3 C
<b>BGMS51</b>	0,7 Ba	0,2 Cb	0,1 CDb	0,3 C
<b>BGMS76</b>	0,7 Bb	1,2 Aa	0,3 CDb	0,7 B
<b>Média</b>	1,2 a	0,9 b	0,6 c	CV=3,40%

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O acesso BGMS30, apesar de apresentar redução da porcentagem e velocidade de germinação (plântulas normais e IVG, Tabela 1), bem como do comprimento e biomassa fresca da parte aérea (Tabela 2) quando submetido à maior salinidade avaliada (CE = 8 dSm<sup>-1</sup>), não sofreu influência da salinidade para as demais variáveis avaliadas. Os acessos BGMS30 e BGMS38 apresentaram alta germinabilidade (≥80%), caracterizada pela ER, que se manteve constante em todas as CEs avaliadas (Tabela 1).

O acesso BGMS41 foi o único, cuja germinação foi nula em 8dS m<sup>-1</sup>. Em contrapartida, o acesso BGMS76 apresentou indução da germinação (Tabela 1), sem redução do crescimento (Tabela 2) em 4 dSm<sup>-1</sup>. A formação de plântulas anormais de todos os acessos se manteve constante ou foi reduzida em 4 dSm<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Tabela 2: Crescimento inicial de plântulas sementes de acessos de *Manihot* spp. submetidas a diferentes condutividades elétricas do substrato.

Acessos	Condutividade elétrica (dSm <sup>-1</sup> )			
	0	4	8	Média
<b>Comprimento da parte aérea (cm)</b>				
BGMS38	7,7 Aa	6,9 Aa	5,1 Aa	6,6 AB
BGMS30	12,1 Aa	8,9 Aab	5,0 Ab	8,7 A
BGMS88	8,9 Aa	8,1 Aa	5,5 Aa	7,5 A
BGMS41	10,0 Aa	4,7 Ab	-*	4,9 B
BGMS51	7,3 Aa	4,6 Aab	1,8 Bb	4,8 B
BGMS76	9,9 Aa	6,4 Aa	1,3 ABb	5,8 B
Média	9,3 a	6,7 b	3,1 c	CV=
<b>Comprimento da raiz principal (cm)</b>				
BGMS38	7,4 Aa	7,6 Aa	6,7 Aa	7,2 AB
BGMS30	9,1 Aa	8,3 Aa	7,5 Aa	8,3 A
BGMS88	8,9 Aa	8,5 Aa	7,2 Aa	8,2 A
BGMS41	9,7 Aa	2,9 Bb	-	3,6 C
BGMS51	7,0 Aa	5,3 ABab	2,5 Bb	4,9 BC
BGMS76	11,0 Aa	8,9 Aa	0,2 Bb	6,9 AB
Média	8,8 A	7,1 B	3,7 C	CV= 30,92
<b>Matéria fresca da parte aérea (g)</b>				
BGMS38	6,5 ABa	5,0 ABa	5,0 Aa	5,5 AB
BGMS30	8,1 Aa	6,6 Aa	4,3 ABb	6,3 A
BGMS88	6,4 ABa	4,4 ABCab	3,7 ABb	4,8 AB
BGMS41	4,7 Ba	2,0 Cb	-	1,9 D
BGMS51	4,4 Ba	2,4 BCab	1,6 BCb	2,8 CD
BGMS76	5,4 ABa	5,8 Aa	0,9 Cb	4,2 BC
Média	5,9 a	4,5 b	2,4 c	CV= 31,65
<b>Matéria seca da parte aérea (g)</b>				
BGMS38	3,438 Aa	3,471 Aa	3,487 Aa	3,466 A
BGMS30	3,648 Aa	3,432 Aa	3,416 Aa	3,498 A
BGMS88	3,461 Aa	3,462 Aa	3,433 Aa	3,452 AB
BGMS41	3,272 Aa	1,621 Bb	-	1,398 D
BGMS51	3,279 Aa	2,183 ABab	1,585 Bb	2,364 CD
BGMS76	2,891 Aa	3,454 Aa	0,827 Bb	2,472 BC
Média	3,331 a	2,990 a	1,961 b	CV= 30,10
<b>Matéria fresca da raiz (g)</b>				
BGMS38	3,9 Aa	3,9 Aa	3,9 Aa	3,9 A
BGMS30	3,9 Aa	3,9 Aa	3,4 Aa	3,8 A
BGMS88	3,9 Aa	2,0 Bb	3,1 ABab	3,0 AB
BGMS41	3,4 Aa	1,6 Bb	-	1,4 C
BGMS51	3,6 Aa	2,4 ABab	1,6 BCb	2,5 B
BGMS76	3,7 Aa	4,0 Aa	0,8 Cb	2,9 AB
Média	3,7 a	3,0 b	2,0 c	CV= 30,40
<b>Matéria seca da raiz (g)</b>				
BGMS38	3,132 Aa	3,139 Aa	3,147 Aa	3,139 A
BGMS30	3,030 Aa	2,980 Aa	3,127 Aa	3,046 A
BGMS88	3,060 Aa	2,882 Aa	3,155 Aa	3,032 A
BGMS41	3,125 Aa	1,569 Ab	-	1,341 B
BGMS51	3,161 Aa	2,084 Aab	1,561 ABb	2,285 A
BGMS76	2,504 Aa	3,138 Aa	0,782 Bb	2,218 AB
Média	3,002 a	2,676 a	1,811 b	CV= 31,73

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. \*O acesso BGMS41 não apresentou plântulas normais nessa condutividade elétrica.

#### 4. DISCUSSÃO

O vigor das sementes é uma característica fisiológica complexa, porém necessária para garantir rápida germinação e o desenvolvimento inicial uniforme das plantas no campo [21]. Esta característica influencia essencialmente a longevidade das sementes, o seu potencial de armazenamento e também a tolerância a estresses ambientais [22]. É esperado, também, que os acessos que apresentem geneticamente maior velocidade de germinação e/ou maior taxa de crescimento do eixo embrionário, mesmo que igualmente vigorosos, tenham maior tolerância ao estresse salino [23]. Os acessos BGMS38, BGMS30 e BGMS88, que apresentaram maior vigor (maior germinação e IVG) foram, também, os mais tolerantes à salinidade (Tabelas 1 e 2).

Apesar do baixo vigor das sementes do acesso BGMS76, o substrato com baixa salinidade ( $4 \text{ dS m}^{-1}$ ) induziu uma porcentagem maior de emissão de radículas e de plântulas normais (Tabela 1). O aumento da germinação em condições de baixa salinidade pode ocorrer devido ao ajuste osmótico e à entrada de água mais lenta nas sementes, é possibilitado a também lenta reestruturação das membranas celulares durante o processo germinativo e melhorando o vigor das sementes [24], como observado em sementes e plântulas de diferentes cultivares de feijões *Phaseolus* sp. e *Vigna* sp. [25, 26].

A presença do NaCl no substrato afetou a germinação das sementes e crescimento inicial de plântulas de maniçoba (Tabelas 1 e 2). Entende-se que a alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois reduz o potencial hídrico do substrato [27]. Nas regiões áridas e semiáridas, o excesso de sais no solo tem limitado a produção agrícola. A salinidade, tanto dos solos como das águas, é uma das principais causas da queda de rendimento das culturas. Entretanto, os efeitos dependem, ainda, de outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, tipos de sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas [28].

A redução no potencial hídrico do solo ou substrato, devido à presença de sais, resultando em menor capacidade de absorção de água pelas sementes, geralmente influencia a capacidade germinativa e o desenvolvimento das plântulas. A presença de níveis mais elevados de íons em plantas não-halófitas (aquelas menos tolerantes à salinidade), pode exercer efeitos adversos na permeabilidade das membranas celulares, podendo reduzir a velocidade o processo, induzir a formação de grande quantidade de plântulas anormais ou inibir completamente a germinação (Tabela 1) [29-31].

Espécies ou cultivares consideradas tolerantes à salinidade geralmente não apresentam redução da germinação e/ou do crescimento em condutividades elétricas baixas a moderadas como as utilizadas neste trabalho [32]. Assim, a utilização destas em sistemas de produção em agricultura bioassalina pode ser uma alternativa viável para aproveitamento de águas impróprias para consumo humano, provindas de resíduos de dessalinizadores, resíduos de aquicultura ou até mesmo de poços de água salobra [33-35].

Com o aquecimento global, espera-se, para um futuro próximo, cenários climáticos extremos como secas, inundações e ondas de calor mais frequentes [36]. A elevação das temperaturas tem como consequência o aumento da capacidade evaporativa do ar, o que implica em maior demanda hídrica, acarretando impactos significativos nos setores natural, social e econômico. O Semiárido brasileiro já é formado por um conjunto de espaços que se caracterizam pelo balanço hídrico negativo, resultante das precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, insolação média de  $2800 \text{ h ano}^{-1}$ , temperaturas médias anuais de  $23 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $27 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , evaporação de  $2.000 \text{ mm ano}^{-1}$  e umidade relativa do ar média em torno de 50% [37]. Os cenários climáticos pessimistas preveem para a região 30% de redução na precipitação e/ou 10% de aumento na evapotranspiração (PBMC, 2014), que podem elevar ao dobro a salinidade do solo em uma região semiárida, bem como reduzir disponibilidade hídrica e aumentar a concentração de sais em poços e açudes [38]. Algumas espécies nativas da Caatinga ainda assim conseguirão se desenvolver nessas condições climáticas, contanto que haja uma quantidade mínima de água no solo (13%) ou alguma fonte de água salobra [35, 39, 40].

A dependência da Caatinga como pasto nativo não é uma prática sustentável [41], e aliada às secas recentes (2011-2019) vêm causando há anos a redução da vegetação florestal e dos pastos naturais [42, 43]. O melhoramento genético de forrageiras nativas, aplicado em ambientes

desfavoráveis e mais vulneráveis às mudanças climáticas pode nortear esforços em materiais que apresentem diferenciais de adaptações fisiológicas e poderá também contribuir como medida de adaptação às mudanças climáticas, fortalecendo as ações que buscam aumentar a resiliência dos pecuaristas do semiárido frente ao déficit hídrico e às altas temperaturas, promovendo o desenvolvimento regional.

Os acessos BGMS30, BGMS38 e BGMS88 não apresentaram redução no comprimento de plântulas em nenhuma das condutividades elétricas às quais foram expostos durante este trabalho. Além disso, a biomassa fresca e seca dos acessos BGMS30, BGMS38 não foi influenciada pela salinidade (Tabela 2), indicando que podem ser materiais promissores para sistemas bioassalinos de produção.

Além dos resultados apresentados neste trabalho, são necessários ainda experimentos com a utilização de solos salinizados permitindo que se acompanhe a germinação e desenvolvimento de plântulas e mudas em condições mais próximas às condições de campo [36, 37] para que sejam recomendadas variedades tolerantes. Além disso, o desenvolvimento até a fase adulta, bem como a produção de forragem, devem ser avaliados para indicação de acessos ou cultivares para essa finalidade [44-46].

Assim, obtenção de cultivares de maniçoba com alta tolerância à salinidade requer qualidade e tolerância das sementes ao estresse salino, bem como, da capacidade destas em formarem plântulas vigorosas, que se desenvolverão em plantas produtivas.

## 5. CONCLUSÃO

Durante a germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas, os acessos BGMS30, BGMS38 e BGMS88 apresentaram maior tolerância a condutividades moderadas a altas. Esses acessos podem ser promissores para produção de forragem em áreas salinizadas, mediante outros estudos para sistemas de produção bioassalinos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. de Moura MSB, Galvêncio JD, Brito LTL, Souza LSB, Sá IIS, Silva TGF. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: Brito LTL, Moura MSB de, Gama GFB, editor. Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Petrolina (PE): Embrapa Semiárido; 2007. p. 37-59.
2. Carvalho GGP, Rebouças RA, Campos FS, Santos EM, Araujo GGL, Gois GC, et al. Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical forage species. *Animal Feed Sci Tech.* 2017 Jun;228:140-48. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2017.04.006
3. Ferreira AL, Silva AF, Pereira LGR, Braga LGT, Moraes SA, de Araujo GGL. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. *Rev Bras Saúde Prod Animal.* 2009 Mar;10(1):983-90.
4. Drumond MA, Salviano LMC, Cavalcanti NB. Produção, distribuição da biomassa e composição bromatológica da parte aérea da faveleira. *Rev Bras Ci Agr.* 2007 Dez;2(4):308-10.
5. Beltrão FS, Felix LP, Silva DS, Beltrão AES, Llamoca-Zárate RM. Morfometria de acessos de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffman) e de duas espécies afins de interesse forrageiro. *Rev Caat.* 2006 Jun;19(2):103-111.
6. Allem AC, Mendes RA, Cavalcanti J, Soares JGG, Salviano LMC, Carvalho PCL. Recursos genéticos de maniçobas (*Manihot* spp. Euphorbiaceae) para forragem no Nordeste semi-árido. In: Queiroz MA, Goedert CO, Ramos SRR, editores. Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Petrolina (PE): Embrapa; 1999. p. 1-17.
7. Silva AF, Oliveira DS, Guimarães AP, Santana LM, Oliveira APD. Comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro. *Cassava varieties behavior during fertilization in rain-dependent communities in Brazilian semiarid region.* *Rev Bras Agrocol.* 2013 Jul;8(3):221-35.
8. Antonio RP, Araujo GGL. *Manihot* spp.: Maniçoba. In: Coradin L, Camillo J, Pareyn FGC, editores. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília (DF): MMA; 2018. p. 707-18.

9. Pujol B, Gigot G, Laurent G, Pinheiro-Kluppel M, Elias M, Hossaert-McKey M, et al. Germination ecology of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae) in traditional agroecosystems: Seed and seedling biology of a vegetatively propagated domesticated plant. *Econ Bot.* 2002;56(4):366-79. doi: 10.1663/0013-0001(2002)056[0366:GEOCME]2.0.CO;2
10. Junior FR, Barreto L, Maria G, Lima AR, Campos VB, Buriti EDS. Tecnologia alternativa para a quebra de dormência de sementes de maniçoba (*Manihot glaziovii*, Euphorbiaceae). *Rev Caat.* 2009 Mar;22(1):20-6.
11. Marengo JA, Jones R, Alves LM, Valverde MC. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. *Int J Climatol.* 2009 Dez;29(15):2241-55. doi: 10.1002/joc.1863
12. Abdelly C, Öztürk, M, Ashraf M, Grignon C. Biosaline agriculture and high salinity tolerance. 1. ed. Basileia (CH): Birkhauser; 2008.
13. Ashraf M, Akram NA. Improving salinity tolerance of plants through conventional breeding and genetic engineering: An analytical comparison. *Biotech Adv.* 2009 Dez;27(6):744-52. doi: 10.1016/j.biotechadv.2009.05.026
14. Akram M, Ashraf MY, Ahmad R, Waraich EA, Iq-bal J, Mohsan M. Screening for salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) hybrids at an early seedling stage. *Pak J Bot.* 2010;42(1):141-54.
15. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes [Internet]. Brasília (DF): MAPA; 2009 [citado em 16 jul 2020]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view>
16. Martins MCTS, Bruno RLA, Alves EU, Perazzo Neto A. Superação da dormência em sementes de maniçoba armazenadas. *Rev Caat.* 2009 Jun;22(2):181-6.
17. Maguire JD. Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 1962;2(2):176-7. doi: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x
18. Nakagawa J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: Krzyzanowski FC, Vieira RD, França Neto JB, editores. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina (PR): ABRATES; 1999. p. 1-24.
19. Ferreira DF. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. *Ci Agrotec.* 2014 Abr;38(2):109-12. doi: 10.1590/S1413-70542014000200001
20. Santana DG, Ranal MA. Análise da germinação: um enfoque estatístico. 1. ed. Brasília (DF): Universidade de Brasília; 2004.
21. Ventura L, Donà M, Macovei A, Carbonera D, Buttafava A, Mondoni A. Understanding the molecular pathways associated with seed vigor. *Plant Physiol Biochem.* 2012 Nov;60:196-206. doi: 10.1016/j.plaphy.2012.07.031
22. Carvalho NM, Nakagawa J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal (SP): FUNEP; 2012. p. 590.
23. Secco LB, Queiroz SOP, Dantas BF, Andréo-Souza Y, Silva PP. Germinação de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) em condições de estresse salino. *Rev Verde.* 2010 Mar;4(4):129-35.
24. Sandhu D, Kaundal A. Dynamics of salt tolerance: molecular perspectives. In: Gosal S, Wani S, editors. *Biotechnologies of crop improvement*, v. 3. Springer, Cham; 2018 p. 25-40. doi:10.1007/978-3-319-94746-4\_2
25. Dantas BF, Ribeiro LS, Aragão CA. Physiological response of cowpea seeds to salinity stress. *Rev Bras Sem.* 2005;27(1):144-8. doi: 10.1590/S0101-31222005000100018
26. Dantas BF, Ribeiro LS, Aragão CA. Germination, initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. *Rev Bras Sem.* 2007 Aug;29(2):106-10. doi: 10.1590/S0101-31222007000200014
27. Abrol IP, Yadav JS, Massoud FI. Salt-affected soils and their management [Internet]. Rome (IT) FAO; 1988 [citado em 02 jul 2020]. (FAO Soils Bulletin, 39) Disponível em: <https://www.fao.org/3/x5871e/x5871e00.htm>
28. Tester M, Davenport R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Ann Bot.* 2003 Apr;91(5):503-27. doi: 10.1093/aob/mcg058
29. Aragão CA, Santos JS, Queiroz SOP, Dantas BF. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. *Rev Caat.* 2009 Jun;22(2):161-9.
30. Dantas BF, Matias JR, Lopes AP, Aragão CA. Physiological changes in seeds and seedlings of pumpkins submitted to salt stress. *Biosci J.* 2019 Jun;35(3):763-74. doi: 10.14393/BJ-v35n3a2019-41887
31. Seal CE, Dantas BF. Germination functional traits in seeds of halophytes. In: Grigore MN, editor. *Handbook of Halophytes*. Springer, Cham. 2021. p. 1477-1494. doi:10.1007/978-3-030-57635-6\_50.



32. Dantas BF, Ramos DLD. Germinação de sementes da Caatinga em água bioessalina. *Info Abrates*. 2012;22(3):32-5.
33. Dantas BF, Silva RCSB, Ribeiro RC, Aragão CA. Respiration and antioxidant enzymes activity in watermelon seeds and seedlings subjected to salt and temperature stresses. *Am J Exp. Agric*. 2015 Fev;7(2):70-7. doi: 10.9734/AJEA/2015/15749
34. Ribeiro RC, Dantas BF, Matias JR, Oliveira GM, Costa DCC, Bispo JS. Germinação de sementes e produção de mudas de catingueira-verdadeira em água bioessalina. *Info Abrates*. 2014 Dez;24(3):50-4.
35. Dantas BF, Ribeiro RC, de Oliveira DM, da Silva FFS, de Araújo GGL. Biosaline production of seedlings of native species from the Caatinga dry forest. *Ci Flor*. 2019b Dez;29(4):1551-67. doi: 10.5902/1980509831221
36. Marengo JA, Jones R, Alves LM, Valverde MC. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. *Int J Climatol*. 2009 Feb;29(15):2241-55. doi: 10.1002/joc.1863
37. Moura MSB, Angelotti F. Clima. In: Albuquerque ACS, Silva AG, editores. *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília (DF): Embrapa Informação Tecnológica; 2008. p. 411-29.
38. Aragüés R, Medina ET, Zribi W, Clavería I, Álvaro-Fuentes J, Faci J. Soil salinization as a threat to the sustainability of deficit irrigation under present and expected climate change scenarios. *Irrig Sci*. 2015 Set;33(1):67-79. doi: 10.1007/s00271-014-0449-x
39. Dantas BF, de Moura MSB, Pelacani CR, Angelotti F, Taura TA, Oliveira GM, et al. Rainfall, not soil temperature, will limit the seed germination of dry forest species with climate change. *Oeco*. 2020 Dez;192(2):529-41. doi: 10.1007/s00442-019-04575-x
40. Gomes SEV, de Oliveira GM, Araújo MN, Seal CE, Dantas BF. Influence of current and future climate on the seed germination of *Cenostigma microphyllum* (Mart. ex G. Don) E. Gagnon & G. P. Lewis. *Folia Geobot*. 2019 Oct;54(1):19-28. doi: 10.1007/s12224-019-09353-4
41. Antonio RP, de Araújo GGL. *Manihot* spp.: Maniçoba. In: Coradin L, Camillo J, Pareyn FGC, editores. *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste*. Brasília (DF): MMA; 2018. p. 707-18.
42. de Albuquerque SG, Soares JGG, Guimarães Filho C. Effect of grazing by steers and a long drought on a caatinga ligneous stratum in semi-arid Northeast, Brazil. *Rev Caat*. 2008 Dez;21(4):17-28.
43. Santos PM, Voltolini TV, Cavalcante ACR, Pezzopane JRM, de Moura MSB, da Silva TGF, et al. Mudanças climáticas globais e a pecuária: cenários futuros para o Semiárido brasileiro. *Rev Bras Geo Fis*. 2009;4(6):1176-96.
44. Gurgel MT, Uyeda CA, Gheyi HR, Oliveira FH, Fernandes PD, Silva FVD. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. *Rev Bras Eng Agr Amb*. 2010 Jan;14(1):3-10. doi: 10.1590/S1415-43662010000100001
45. Aragão CA, Santos JS, Queiroz SOP, Dantas BF. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. *Rev Caat*. 2009 Jun;22(2):161-9.
46. Silva JESB, Matias JR, Guirra KS, Aragão CA, de Araújo GGL, Dantas BF. Development of seedlings of watermelon cv. Crimson Sweet irrigated with biosaline water. *Rev Bras Eng Agr Amb*. 2015 Sep;19(9):835-40. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v19n9p835-840