

TOLERÂNCIA DAS SEMENTES DE RABANETE AO DÉFICIT HÍDRICO

Helder Antunes Mendes dos Santos¹

Fred Denilson Barbosa da Silva²

RESUMO: O rabanete é cultivado em grande número em propriedades dos cinturões verdes de regiões metropolitanas, sendo seu rendimento influenciado pelas condições físico - hídrico do solo. Com isso objetivou-se determinar a cultivar com tolerância ao déficit hídrico induzida por manitol no crescimento inicial das plântulas de cultivares de Rabanete. O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, entre os meses de fevereiro ao março de 2019. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições e 50 sementes por repetição. Sendo duas cultivares e cinco potenciais osmóticas (0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa). Os parâmetros analisados foram: percentual de emissão da radícula (ER), índice da velocidade da radícula (IVER), percentual de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), altura da parte aérea (AP); massa seca da planta (MSP). Os dados obtidos nas avaliações foram submetidas a análise de variância e no caso de significância foi realizada análise de regressão. O déficit hídrico induzido por manitol na cultura de rabanete causa decréscimo no crescimento de plântulas da cultivar Vip Crimson, enquanto que a cultivar saxa mostrou maior tolerância ao deficit hídrico.

PALAVRAS-CHAVE: *Raphanus Sativus*, germinação, potencial osmótica.

ABSTRACT: The radish is cultivated in large numbers in the green belts properties of metropolitan regions, and its yield is influenced by the physical - water conditions of the soil. The objective of this study was to determine the cultivar tolerance to mannitol-induced water deficit in the initial growth of the seedlings of the cultivars of Radish. The experiment was carried out in the Seed Technology Laboratory of the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony between February and March 2019. The experimental design was completely randomized in a 2 x 5 factorial scheme with four replicates and 50 seeds by repetition. Being two cultivars and five osmotic potentials (0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8 and -1.0 MPa). The parameters analyzed were: percentage of radicle emission (ER), rate of radicle velocity (IVER), percentage of germination (G%), germination velocity index (IVG), shoot height (AP); dry mass of the plant (MSP). The data obtained in the evaluations were submitted to analysis of variance and in the case of significance regression analysis was performed. The mannitol-induced water deficit in the radish crop caused a decrease in the growth of Vip Crimson seedlings, while the cultivar saxa showed a higher tolerance to the water deficit.

KEY WORDS: *Raphanus Sativus*, germination, osmotic potential.

1. INTRODUÇÃO

O Rabanete (*Raphanus sativus*), objeto do presente estudo, de origem europeia e asiática, pertence à família Brassicaceae, em que a parte comestível é a raiz globular e tuberosa, de formato ovoide ou alongado que se caracteriza pela coloração avermelhada (cultivar mais consumida) ou branca. Desenvolve-se melhor em regiões de clima ameno, com temperatura entre 13 e 20 °C. O rabanete é boa fonte de vitamina A, complexo B e C, potássio, cálcio, fósforo, magnésio, sódio e ferro (Camargo *et al.*, 2007; Mello *et al.*, 2013).

Apesar de ser uma cultura de pequena importância em termos de área plantada, é cultivado em grande número em pequenas propriedades dos cinturões verdes de regiões metropolitanas. Essa cultura vem ganhando destaque entre os olericultores, principalmente por apresentar características atraentes, como ciclo curto e rusticidade, sendo a colheita realizada de 25 a 35 dias após a semeadura (Filgueira, 2008).

De acordo com Silva *et al.*, 2012, o produto comercializável fica localizado na camada subsuperficial, o crescimento inicial das raízes pode influenciar na produtividade. Dessa forma, o rendimento do rabanete pode ser influenciado diretamente pelas condições físico-hídricas do solo. Por ser uma cultura sensível à redução da água disponível no solo, a quantificação adequada do nível crítico de água passível de utilização pela cultura é de extrema importância.

O déficit hídrico nas plantas ocasiona a redução do turgor, da área foliar, diminuição da transpiração, limitação do número de folhas, abscisão foliar, entre outros (Taiz e Zeiger, 2013). Alguns pesquisadores reportam que a falta de água leva à restrição da atividade fotossintética e ao aumento na respiração das plantas, ocasionando produção excessiva de espécies reativas de oxigênio, as quais são produzidas nas mitocôndrias, cloroplastos e peroxissomos são capazes de causar danos oxidativos aos lipídios e proteínas.

O déficit hídrico é caracterizado quando a quantidade de água perdida pelo vegetal é maior que sua absorção e, seus efeitos na planta dependem da intensidade e do período de exposição à restrição hídrica (Costa *et al.*, 2008), pois afetam diretamente

o crescimento e o desenvolvimento vegetal, implicando a redução de produtividade, além de prejudicar os processos vitais (Bray, 2004).

A germinação é o processo de retomada do crescimento e desenvolvimento do eixo embrionário, interrompido nas sementes ortodoxas por ocasião da maturidade fisiológica, manifestando sua capacidade para originar uma plântula normal em condições favoráveis (Marcos Filho, 2015). Esta capacidade de crescimento pode ser influenciada por fatores intrínsecos, como longevidade e viabilidade e extrínsecos, a água, temperatura e oxigênio (Carvalho; Nakagawa, 2012).

A água se torna necessária para a atividade metabólica do processo da germinação, pois interfere na atividade enzimática, na solubilização e transporte de fotoassimilados, atuando como reagente na digestão das reservas da semente (Marcos Filho, 2005). A limitação de água pode diminuir a velocidade da germinação ou até impedi-la.

A germinação das sementes sob déficit hídrico têm-se mostrado dependente da espécie ou do cultivar, da qualidade fisiológica e do tamanho das sementes (Martinelli *et al.*, 2000). É comum utilizar soluções aquosas de manitol como agente osmótico em trabalhos de germinação com objetivo de simular estresse hídrico em condições de laboratório, por ser um composto químico inerte e não tóxico (Coelho *et al.*, 2010, Costa *et al.*, 2004, Custódio *et al.*, 2009, Machado Neto *et al.*, 2006).

Existem várias cultivares de rabanete, de diferentes formatos e cores, como por exemplo, Saxa, Cometa, Sparkler, Vip Crimson Seleção Especial, Gigante Siculo, entre outros. As diferentes cultivares de rabanete podem ter crescimento diferenciado. Mudanças ambientais, principalmente relacionadas à temperatura e umidade, podem alterar significativamente a fisiologia da planta, comprometendo estádios iniciais de seu desenvolvimento, como a germinação das sementes, e alterar sobremaneira as fases vegetativas e reprodutivas, inviabilizando muitas vezes a produção da cultura em certas áreas (Ghini *et al.*, 2011).

A cultivar Saxa é uma variedade de rabanete muito precoce, caracterizada pela sua elevada uniformidade, produz raiz de excelente sabor, redondos, compactos e de cor

vermelho intenso. Pode-se semear durante quase todo o ano, mas o período ideal de sementeira vai de Fevereiro a Maio e de Agosto a Outubro. Gosta de exposição ao sol e prefere solos enriquecidos com matéria orgânica, soltos e húmidos.

A cultivar Vip Crimson Seleção Especial é uma variedade precoce, caracterizada por ser resistente a rachadura e calor, crocante, de cor vermelha escarlate e de alta produtividade. A colheita no verão é de 25 à 30 dias e no inverno é de 30 à 35 dias.

Diante disso, objetivou-se determinar a cultivar com tolerância ao déficit hídrico induzida por manitol no crescimento inicial das plântulas de cultivares de Rabanete.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi instalado e conduzido no Laboratório de Sementes, pertencente ao Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR), da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Campus das Auroras, no município de Redenção-CE, no ano de 2019. Utilizou-se sementes de Rabanete, cultivares Saxa e Vip Crimson Seleção Especial.

2.2 Delineamento experimental, tratamentos e condução do experimento

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 5, os fatores analisados foram duas cultivares e cinco potencialidade osmótica: -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 mais uma testemunha adicional, água destilada.

Considerando os fatores acima, foram utilizadas 2400 sementes, distribuídas em 48 parcelas, 24 para cada cultivar, incluindo a testemunha. Cada tratamento contou com quatro repetições de 50 sementes que foram distribuídas sobre o substrato (papel Germitest) dentro da placa de Petri. Nessas condições, o substrato do tipo papel utilizado na germinação foi umedecido com as soluções feitas a partir das concentrações de manitol e água destilada (Tabela 1). Para umedecer o papel, utilizou-se um volume de água em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco (Brasil, 2009).

As diferentes condições de deficit hídrico foram calculadas pela fórmula de Van't Hoff (Taiz; Zieger 2013), ou seja (Equação 1):

$$\Psi_{os} = -RTC$$

Em que: Ψ_{os} é o potencial osmótico (MPa); R é a constante geral dos gases perfeitos (8,32 J/mol K); T é a temperatura (K); C é a concentração (mol L⁻¹), onde T (K) = 273+T (°C). Os potenciais submetidos foram: 0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa, correspondendo as concentrações de manitol de 0; 0,5876; 1,1756; 1,7632; 2,3512 e 2,9388 g L⁻¹, respectivamente.

Tabela 1. Concentração de manitol para se obter diferentes níveis de potencial osmótico da solução. UNILAB, Redenção CE, março de 2019.

Níveis de potenciais osmótico (MPa)	Manitol (g L ⁻¹)
0	0
-0,2	14,69
-0,4	29,39
-0,6	44,08
-0,8	58,78
-1	73,47

As sementes foram colocadas para germinar sobre três folhas de papel que já estavam preparadas para recebê-las, dentro da placa de petri. Depois foram inseridos dentro de sacos plásticos transparentes devidamente identificados com os respectivos tratamentos para evitar o ressecamento do papel germitest durante o teste de germinação. Em seguida foram colocadas dentro de um germinador do tipo BOD (estufa incubadora) sob temperatura constante de 20 °C (BRASIL, 2009). Permanecendo assim até o final do experimento.

2.3 Variáveis analisadas

As variáveis analisadas foram a emissão da radícula, índice de velocidade da emissão da radícula (IVER), índice de Velocidade de Germinação (IVG), porcentagem de germinação, comprimento da radícula e da parte aérea e massa seca da planta.

2.4 Emissão da Radícula

Foi determinada quando a radícula apresentava 2 mm de comprimento. Foram contabilizadas a partir do primeiro dia após a instalação do experimento, para cultivar Saxa. Enquanto que para cultivar Vip Crimson Seleção Especial foi contabilizada a partir do terceiro dia devido o início do processo germinativo. Os dados coletados foram transformados para porcentagem a partir do somatório obtido em cada repetição.

2.5 Índice de Velocidade da Emissão da Radícula

Para a determinação da IVER, a primeira contagem ocorreu no primeiro dia após a instalação do experimento, seguindo-se até sétimo dia (última contagem). A quantidade de radículas germinadas foi dividida pelo número de dias decorridos até o momento de cada contagem. Foi calculado conforme a mesma fórmula usado para determinar IVG, como está descrito abaixo.

2.6 Índice de Velocidade de Germinação

Para a determinação da IVG, caracterizado como uma variável de vigor, a primeira contagem de plântulas ocorreu no segundo dia após a instalação do teste, seguindo-se até ao sétimo dia (última contagem), quando a germinação estabilizou. A quantidade de plântulas normais germinadas foi dividida pelo número de dias decorridos até o momento de cada contagem.

O cálculo do IVG, foi determinado conforme Maguire (1962), onde $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$,

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, ... Gn = número de plântulas normais germinadas no dia e,

N1, N2,... Nn = número de dias após a instalação do teste em que realizou-se cada contagem.

2.5 Porcentagem de germinação

Para o cálculo da germinação do total de sementes de cada repetição, foram contabilizadas as plântulas normais, plântulas anormais e sementes duras e mortas.

Contudo, para o resultado considerou-se apenas as plântulas normais (BRASIL, 2009). A porcentagem de germinação foi determinada a partir do somatório das plântulas normais germinadas por repetição, considerando-se cada dia do período de contagem.

2.6 Comprimento da radícula e da parte aérea das plântulas

Para os dimensionamentos do comprimento da radícula e da parte aérea das plântulas, foram separadas aleatoriamente 5 plântulas de cada repetição. Com a utilização de uma régua graduada em centímetros (cm) mensurou-se o comprimento da radícula (CR) e da parte aérea das plântulas (CPA). Essas medidas foram feitas na finalização do teste de germinação. Após a coleta dos dados calculou-se a média por repetição e para serem posteriormente analisados estatisticamente.

2.7 Massa seca da planta

Para a massa seca da planta, utilizou-se as plântulas normais separadas para as medições do comprimento da raiz e da parte aérea. Após serem mensuradas, foram colocadas em um saquinho de papel, identificados conforme o respectivo tratamento e repetição. Em seguida, foram levadas à uma estufa com circulação de ar forçada, em temperatura constante de 65 °C por 24 horas. Após esse período, os saquinhos foram retirados da estufa e pesadas em uma balança analítica, sendo determinada a massa seca da planta. Essa avaliação teve por objetivo analisar o desempenho inicial das plântulas, considerando-se as diferentes potencialidades osmóticas de Manitol em que as sementes foram submetidas para germinação.

2.8 Análise estatística

Após a obtenção, coleta e tabulação dos dados em planilhas da Microsoft Excel® (2013), estes foram submetidos a análise de variância e regressão. A comparação de médias foi realizada usando o Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos, foram testados modelos lineares e quadráticos. A seleção foi com base na significância da regressão polinomial e dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade.

Para execução das análises estatísticas foram utilizadas os programas no “ASSISTAT 7.7” (Silva; Azevedo, 2016) e “SIGMAPLOT 11.0” (SYSTAT SOFTWARE, INC., 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados obtidos, verificou-se interação significativa para índice de velocidade da emissão da radícula, comprimento da parte aérea e da radícula (Tabela 2). Nas demais variáveis, as cultivares e o déficit hídrico influenciaram de forma independente o crescimento da plântula. A massa seca total não foi influenciada pelos fatores principais.

Tabela 2. Análise de variância para as médias da emissão da radícula (ER), índice de velocidade da emissão da radícula (IVER), germinação de plântulas (GP) em %, índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN), comprimento da parte aérea (CPA) em cm, comprimento da raiz (CR) em cm e massa seca da planta (MSP) em gramas em função dos tratamentos aplicados no teste de germinação.

FV	GL	Quadrado médio							
		ER	IVER	GP%	IVG	PN	CPA	CR	MS
Cultivar (C)	1	1875,0 **	360,09 **	4446,8 **	18,17 **	1610,1 **	8,94 **	19,03 **	0,0060
D. Hídrico(D.H)	5	30,5 **	18,21 **	376,2 **	1,46 **	88,15 **	4,02 **	13,05 **	0,0012
C x D.H	5	9,6	7,65 **	10,7	0,07	4,9	0,61 **	1,42 **	0,0003
Resíduo	36								
CV%		5,04	8,58	6,99	12,92	5,00	16,63	17,58	63,18
Saxa		48,5 a	8,06 a	87,58 a	2,50 a	83,33 a	2,32 a	3,08 a	0,046 a
Vip Crimson		36 b	2,58 b	49,08 b	1,27 b	60,17 b	1,93 b	1,78 b	0,053 b

Letras iguais indicam que as cultivares respondem de forma similar ao déficit hídrico a 5% probabilidade pelo teste F.

A emissão da radícula para cultivar Saxa foi observada no primeiro dia após a instalação do teste de germinação, enquanto que para a cultivar Vip Crimson foi observada ao terceiro dia após a instalação do teste de germinação. Essa menor velocidade pode estar relacionada as condições de dormência das sementes de rabanete (Mahesh *et al.*, 2013). Entretanto, este controle fisiológico da germinação de rabanete ainda não está claro na literatura sobre o assunto. Outros pesquisadores tenham

preferido associar a menor velocidade de germinação a temperatura do teste de germinação (Steiner *et al.*, 2009). O trabalho foi realizado conforme as exigências do teste de germinação descrito na RAS (2009).

O índice de velocidade da emissão da radícula em função do potencial osmótico está representado na (Figura 1). Verifica-se que houve a redução da emissão da radícula com a redução do efeito do déficit hídrico para a cultura de rabanete, nas cultivares Saxa e Vip Crimson seleção especial. Dentro dessas cultivares a Vip Crimson foi a que mostrou mais sensível a deficiência da água. A cultivar Saxa mostrou tolerante ao déficit hídrico, admitindo de até -0.6 MPa sem grande redução na emissão da radícula.

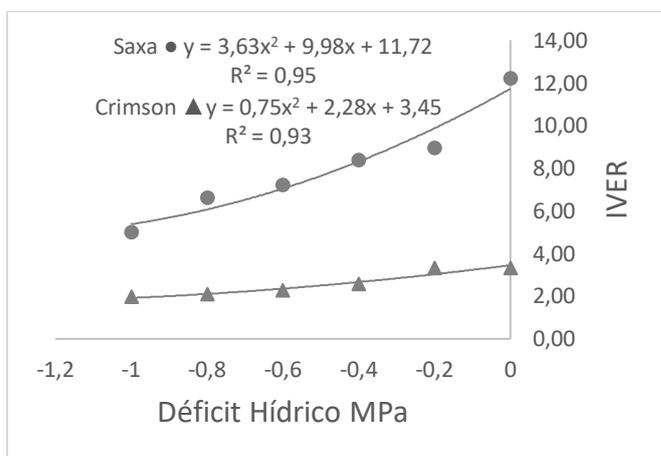


Figura 1: Índice de velocidade da emissão da radícula das sementes de rabanete simulando déficit hídrico em potencial osmótico de manitol. UNILAB, Redenção CE, março, 2019 Fonte: elaborado pelo autor.

A melhor emissão da radícula das sementes pela cultivar Saxa pode indicar uma melhor reorganização das membranas plasmáticas quando comparada com a cultivar Vip Crimson Seleção Especial. Isto pode ter diminuído os efeitos deletérios do déficit hídrico. Steiner *et al.* (2009) verificaram que a aplicação de hormônio brassinosteróides em sementes de rabanete aumentaram a atividade do superóxido dismutase, catalase e ascorbato peroxidase durante a germinação sobre deficiência hídrica. Condição que induziu a tolerância a menor disponibilidade de água durante a germinação das plântulas (Steiner *et al.*, 2009).

A redução na emissão da radícula de sementes com aumento das concentrações de manitol pode ser atribuída à redução da velocidade e quantidade de água absorvida

pelas sementes, uma vez que o déficit hídrico durante a germinação inibe a absorção de água pelos tecidos, dificultando assim o início da germinação das sementes (Kappes *et al.*, 2010; Pelegrini *et al.*; 2013)

A observação da capacidade germinativa das sementes em condições de estresse é uma das metodologias mais difundidas para se determinar o nível de tolerância das plantas, pois corresponde a uma das fases mais críticas do ciclo de vida dos vegetais (Taiz e Zeiger, 2013). A partir desta afirmação na (Figura 2 e 3) estão apresentados os dados referentes ao déficit para a variável percentual de germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG).

O índice de velocidade de germinação da cultivar Vip Crimson foi mais sensível a redução do potencial osmótico do que a cultivar Saxa. Os maiores valores de IVG foram verificados na testemunha, ou seja potencial 0 MPa.

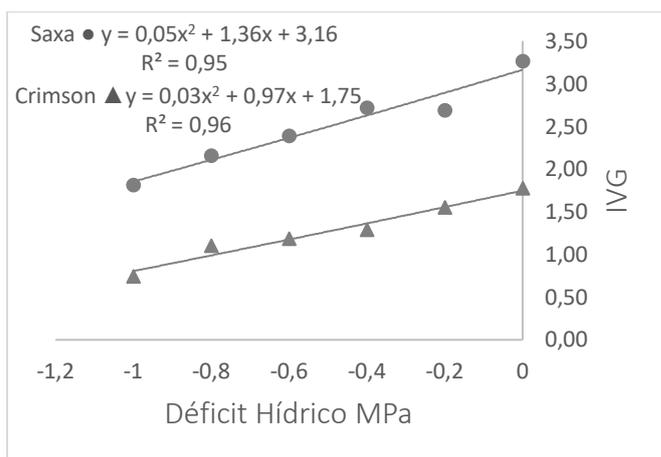


Figura 2: Índice da velocidade de Germinação das sementes de rabanete simulando déficit hídrico em potencial osmótico de manitol. UNILAB, Redenção CE, março, 2019 Fonte: elaborado pelo autor.

A velocidade de germinação pode ser utilizada para identificar cultivares com emergência mais rápida em campo ou em estufa, minimizando assim as condições adversas que ocorrem durante a germinação e estabelecimento de plântulas. (Steiner *et al.*, 2009). Sendo verificado no presente trabalho que a cultivar Saxa apresentou melhor desempenho.

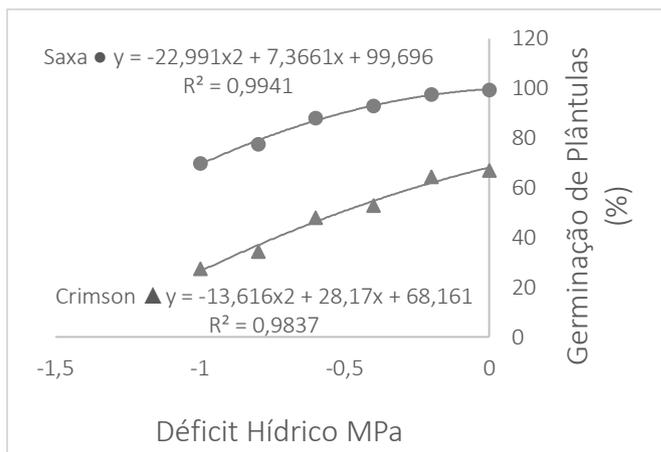


Figura 3: Porcentagem da germinação das sementes de rabanete simulando ao déficit hídrico em potencial osmótico de manitol. UNILAB, Redenção CE, março 2019 Fonte: elaborado pelo autor

Na variável comprimento da radícula, a interação entre os fatores foi significativa ao nível de 1% de probabilidade para as plântulas germinadas, ou seja, houve influência de um fator sobre o outro. Resultados apresentados por (Kappes *et al.* 2010) que concluíram que após ser submetido à condição de déficit hídrico, as sementes de diferentes espécies podem apresentar respostas variáveis quanto ao aspecto germinativo em detrimento do metabolismo reduzido em função da menor disponibilidade de água nas sementes.

Em relação a razão do comprimento da radícula, (Figura 4), ambas as cultivares mostraram decréscimo em função do déficit hídrico, isso se deve ao fato de ocorrer a redução tanto da radícula como da parte aérea.

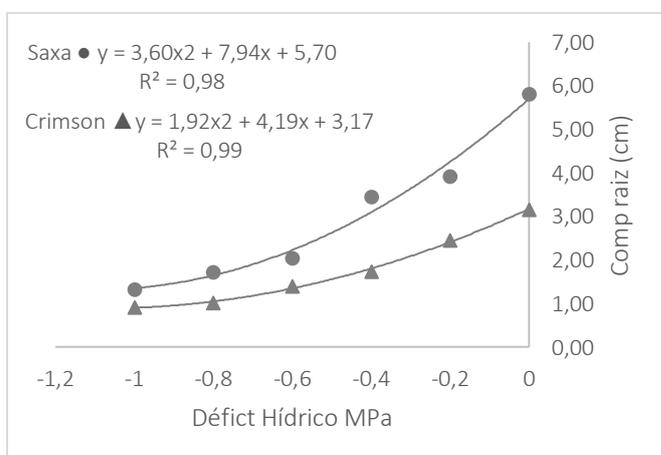


Figura 4: Comprimento da raiz das sementes de rabanete simulando déficit hídrico em potencial osmótico de manitol. UNILAB, Redenção CE, março, 2019 Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 4 verificou-se que o desenvolvimento da raiz foi limitado, uma possível explicação seria a deterioração das sementes, a liberação de exsudados e o desenvolvimento de fungos na superfície de algumas sementes da cultivar Vip Crimson, observados neste trabalho.

Para o comprimento da parte aérea também a interação entre os fatores foi significativa ao nível de 1% de probabilidade para as plântulas normais em condição do déficit hídrico.

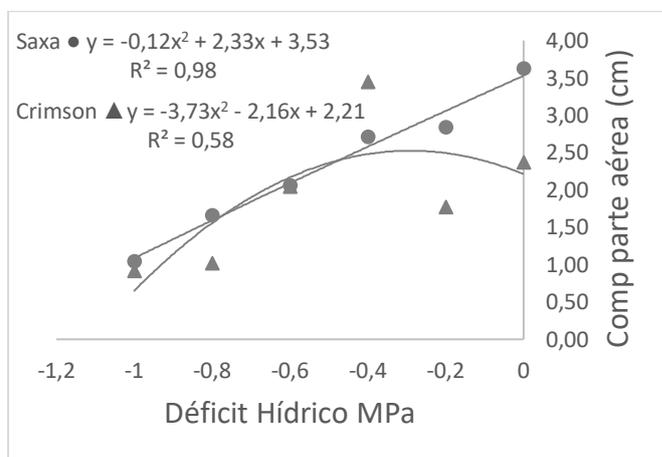


Figura 5: Comprimento da parte aérea das sementes de rabanete simulando déficit hídrico em potencial osmótico de manitol. UNILAB, Redenção CE, março, 2019 Fonte: elaborado pelo autor

Na Figura 5 notou-se que no potencial $-0,4$ MPa a parte aérea apresentou uma maior desenvolvimento, na cultivar Vip Crimson Seleção Especial, enquanto que na cultivar Saxa não houve muita diferença.

A cultivar saxa apresentou melhor desenvolvimento quando submetido ao deficit hídrico, essa condição é essencial para obter um stande uniforme. A germinação total foi superior a 83%, ou seja superior ao padrão estabelecido para comercialização de sementes.

4. CONCLUSÃO

A cultivar Saxa foi mais tolerante ao déficit hídrico que a Vip Crimson Seleção Especial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CAMARGO, G. A.; CONSOLI, L.; LELLIS, I. C. S.; MIELI, J.; SASSAKI, E. K. Bebidas naturais de frutas perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.1, p.181-195, 2007.
- COELHO, D. L. M.; de AGOSTINI, E. A. T.; GUABERTO, L. M.; NETO, N. B. M.; & CUSTÓDIO, C. C. Estresse hídrico com diferentes osmóticos em sementes de feijão e expressão diferencial de proteínas durante a germinação. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 03, 2010.
- COSTA, P. R. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 105-113, 2004.
- COSTA, R. C. L.; LOBATO, A. K. S.; OLIVEIRA NETO, C. F.; MAIA, P. S. P.; ALVES, G. A. R.; LAUGHIGHOUSE IV, H. D. Biochemical and physiological responses in two *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cultivars under water stress. **Agronomy Journal**, v. 7, p. 98- 101, 2008.
- CUSTÓDIO, C. C.; SALOMÃO, G. R.; & NETO, N. B. M. Estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de feijão submetidas à diferentes soluções osmóticas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 04, p. 617-623, 2009.
- Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV, 2008.
- GHINI, R; HAMADA, E.; BETTIOL, W. Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2011.
- KAPPES, C.; ANDRADE, J. A.; HAGA, K. I.; FERREIRA, J, P.; ARF, M. V. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 2, 2010.

MACHADO NETO, Nelson Barbosa et al. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 1, p.142-148, 2006.

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

MAHESH, K; BALARAJU, P; RAMAKRISHNA, B; & RAO, S. S. R. Effect of brassinosteroids on germination and seedling growth of radish (*Raphanus sativus* L.) under PEG-6000 induced water stress. **American Journal of Plant Sciences**, v. 4, n. 12, p. 2305, 2013.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015 660p. MELLO, M. F.; LUENGO, R. F. A.; MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A.; LANA, M. M. Embrapa hortaliças. Disponível em: http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/rabanete.htm.

Acessado em 10 de março de 2019.

MARTINELLI-SENEME, A; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Germinação de milho cv. AI-34 em função do tamanho da semente e do potencial hídrico do substrato. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 02, p. 131-138, 2000.

Nakagawa, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanoski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES.

PELEGRINI, L. L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. R.; QUOIRIN, M. G. G. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 23, n. 2, 2013.

SILVA, F. de AS e; AZEVEDO, CAV de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, R. T. da.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, F. de A. de.; TARGINO, I. S. de O.; SILVA, M. L. do N. Tolerância do rabanete ao encharcamento do solo. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n.1, p. 25-33, jan./mar. 2012.

STEINER, F; JUNIOR, A. S. P; ZOZ, T; GUIMARÃES, V. F; DRANSKI, J. A; & RHEINHEIMER, A. R. Germinação de sementes de rabanete sob temperaturas adversas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.