

# AVALIAÇÃO DO EFEITO DO 'STRESS SALINO' SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE RÚCULA

Marlon Lima Araujo – Universidade Federal do Acre - UFAC  
Samara Silva Oliveira – Universidade Federal do Acre - UFAC  
Jéssica Larissa Souza Bezerra – Universidade Federal do Acre - UFAC  
Marcos Giovane Pedroza Abreu – Universidade Federal do Acre - UFAC  
André Luiz Melhorança Filho – Universidade Federal do Acre - UFAC

**RESUMO:** O estudo das condições ambientais favoráveis ao crescimento e desenvolvimento inicial das plantas é o ponto chave para obtenção de altas produtividades e desenvolvimento vegetal satisfatório. Em vista dessa afirmativa o presente estudo objetivou avaliar o crescimento e o desenvolvimento inicial de rúcula (*Eruca sativa* cv. Cultivada – Feltrin) submetida a distintas condições de estresse salino. Para a condução do experimento emergiu-se folhas de papel germitest em soluções de água destilada e cloreto de sódio com as seguintes condições hídricas: 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 MPa. Após imersão das folhas nas soluções submeteu-se sementes de rúcula às diferentes condições de estresse durante oito dias, avaliando-se as variáveis G%, IVG, CVG% e TMG, analisadas em teste Tukey a 5% de significância. Observou-se que o crescimento do hipocótilo e da radícula em plântulas de rúcula decrescem linearmente com o aumento das concentrações salinas. A germinação de sementes da rúcula ocorre satisfatoriamente até a condição salina de -0,4 MPa, havendo a partir desse ponto diferença significativa nesta variável.

**PALAVRAS-CHAVE:**  
*Eruca sativa*; Desenvolvimento;  
Salinidade.

**KEYWORDS:**  
*Eruca sativa*; Hardwood Vegetable;  
Salinity.

**ABSTRACT:** The study of environmental conditions favorable to the early development of plants is the key to obtaining high productivity and plant development. In view of this statement the present study aimed to evaluate the initial development of Arugula (*Eruca sativa* cv. Cultivated-Feltrin) subjected to different conditions of "saline stress". For the conduct of the experiment emerged-if germitest sheets of paper in distilled water and sodium chloride water with the following conditions: 0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8; -1.0 MPa. After soaking the leaves in the solutions submitted Arugula seeds to different stress conditions for 8 (eight) days. In this study, noted that the development of the radicle and hypocotilum decreases linearly with the increase of "saline stress". Germination from saline conditions resists up to Arugula -0.4 MPa, absence from this stress and significant difference in seed germination.

Artigo Original  
Recebido em: 06/05/2013  
Avaliado em: 10/05/2013  
Publicado em: 12/12/2014

Publicação  
Anhanguera Educacional Ltda.

Coordenação  
Instituto de Pesquisas Aplicadas e  
Desenvolvimento Educacional - IPADE

Correspondência  
Sistema Anhanguera de  
Revistas Eletrônicas - SARE  
rc.ipade@anhanguera.com

## 1. INTRODUÇÃO

As sementes são a chave para a obtenção de altas produtividades em qualquer que seja a prática agrícola. Sua formação inicia-se com a fecundação do ovário da flor pelos núcleos germinativos do pólen, após a ocorrência desse fato há o início da formação da semente, seu desenvolvimento e liberação da planta mãe, que ocorre através dos inúmeros métodos de dispersão existente como dispersão pelo vento (anemocórica), animais (zoocórica), água (hidrocórica) e etc.

A maturação da semente é caracterizada pela interrupção do desenvolvimento do embrião, que será retomado com o encontro de um ambiente favorável para germinação e formação da plântula (MARCOS FILHO, 2005). Durante o processo germinativo ocorrem diversas modificações fisiológicas e bioquímicas no interior da semente que culminarão na protrusão radicular. A emissão da radícula auxilia na absorção de água fornecendo condições adequadas para o crescimento dos primórdios foliares e hipocótilo da plântula (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O processo germinativo das sementes depende de inúmeros fatores, sendo os principais a espécie, cultivar, tipos de sais presentes na água, intensidade e duração do estresse salino ao qual a semente está submetida, manejo cultural e da irrigação, além das condições edafoclimáticas (PEREIRA et al., 2012).

O consumo de água por hortaliças folhosas é influenciado pelo incremento da salinidade nas águas provocando reduções no potencial osmótico da planta dificultando a absorção de nutrientes e conseqüentemente diminuindo a evapotranspiração, desenvolvimento e produção da cultura (SILVA et al., 2005; SOARES et al., 2010). São vários os estudos avaliando a reação dos cultivares de hortaliças folhosas a salinidade da água, sendo a maioria desses estudos conduzidos com a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) havendo uma carência de trabalhos às demais espécies hortícolas (PAULUS et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011).

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma hortaliça folhosa de grande aceitação mundial e que no Brasil sua produção e consumo destacam-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste (SILVA, 2012), gerando emprego e renda à agricultura familiar. Trabalhos realizados por Junior e Silva (2010) constataram que nessas regiões, há solos com teores expressivos de sais devido aos cultivos excessivos com adubos e material de origem da sua formação, comprometendo presentes e futuras produções de hortaliças como neste caso a rúcula.

Diversos trabalhos são realizados com a finalidade de conhecer a tolerância das plantas a condições de hídricas estressantes, as metodologias mais difundidas com essa finalidade são aquelas que se utilizam de PEG 6000 (polietilenoglicol USP 6000) e sais como KCl (cloreto de potássio) e NaCl (cloreto de sódio) (YAMASHITA, 2009). Tais metodologias visam à simplificação dos estudos voltados a disponibilidade hídrica aos vegetais em especial aqueles de importância agrícola, auxiliando de forma rápida a identificação de espécies capazes de

desenvolver-se em ambientes estressantes (GHADERI-FAR, 2010; YAMASHITA, 2009).

Com base na importância da rúcula para produção agrícola e das condições de disponibilidade hídrica para o crescimento vegetal, o presente estudo objetivou avaliar o efeito de distintas condições de estresse salino sobre o crescimento e desenvolvimento inicial de rúcula.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal do Acre (UFAC), *Campus Floresta*, durante o mês de Dezembro de 2012.

Para realização do estudo foram utilizadas sementes de rúcula (*Eruca sativa* cv. Cultivada - Feltrin) tratadas com 0,15% de CAPTAN 750, submetidas a 6 tratamentos com distintas quantidades de sal em 4 repetições. No preparo das soluções utilizou-se NaCl (cloreto de sódio) e água destilada a fim de alcançar as seguintes condições de estresse salino: 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 MPa (Megapascal). As condições salinas supracitadas foram obtidas considerando-se a quantidade de cloreto de sódio expressa na Tabela 1. Os tratamentos impostas pelas distintas condições hídricas foram calculados com auxílio da equação de J. H. Van't Hoff (SALISBURY; ROSS, 1992) e dados obtidos de trabalho realizado por Moraes et al. (2005, p. 776-780).

Tabela 1. Especificações da quantidade em gramas de cloreto de sódio (NaCl) por água destilada e o potencial osmótico (MPa) formado.

NaCl g/L	MPa
0	0
1,309	-0,1
2,618	-0,2
3,927	-0,3
5,236	-0,4
6,546	-0,5
13,093	-1
19,640	-1,5
26,186	-2

Posterior à preparação das soluções realizou-se a imersão do papel germitest até obtenção do umedecimento de 2,5 vezes o seu peso (BRASIL, 2009). Logo em seguida foram postas 50 sementes em cada repetição para germinarem nas referidas condições salinas a uma temperatura de aproximadamente  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas, controladas com auxílio de câmara BOD.

O estudo foi conduzido durante oito dias, onde foram realizadas leituras, sendo possível analisar o número de sementes germinadas (porcentagem de germinação - G%) (BRASIL, 2009), consideradas aquelas sementes que possuíam radículas com no mínimo

2 mm de comprimento, IVG (índice de velocidade de germinação) (BRASIL, 2009) e TMG (tempo médio de germinação avaliado em dias) (CZABATOR, 1962).

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com seis tratamentos e quatro repetições. A análise estatística dos dados foi realizada com o auxílio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), onde se utilizou análise de variância (ANAVA) e teste Tukey, a 5% de significância.

### 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Concluída a avaliação do experimento foi possível gerar os dados expressos na Figura 1, onde se pode observar o desenvolvimento das sementes de rúcula (*Eruca sativa* cv. Cultivada - Feltrin), que de acordo com o aumento do estresse salino há redução do crescimento vegetal.

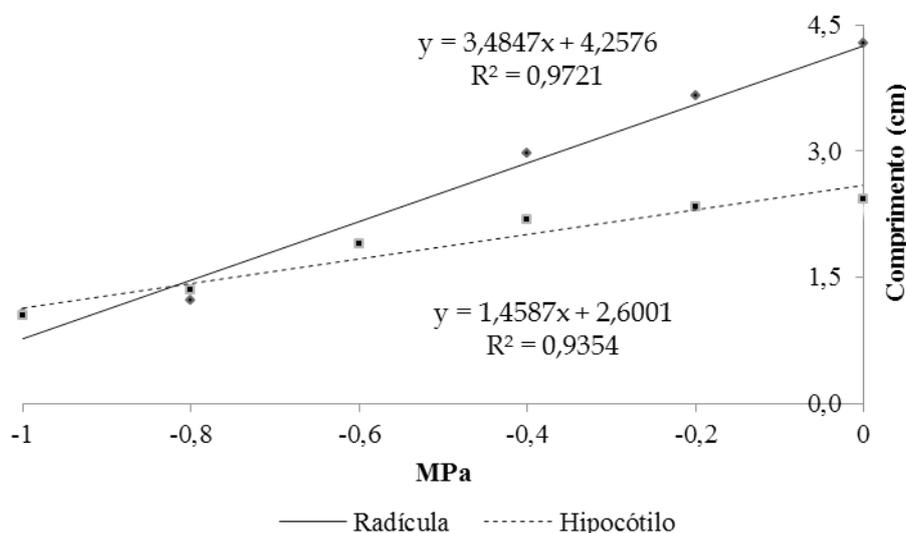


Figura 1. Demonstração do crescimento das variáveis radícula e hipocótilo das plântulas de rúcula submetidas a distintas condições de estresse salino.

A condição salina que se mostrou expressivamente deletéria foi a de -1,0 MPa, tanto para o hipocótilo quanto à radícula (Figura 1). Tal fato demonstra a sensibilidade das estruturas vegetativas ao estresse salino devido à menor disponibilidade hídrica e presença do elemento sódio (Na<sup>+</sup>), esse último em estudos realizados por Ghaderi-Far (2010, p. 436-469) demonstrou efeito tóxico sobre o desenvolvimento de *Melilotus officinalis*. O fato que pode ter colaborado de forma expressiva sobre o desenvolvimento da rúcula deve ter sido a salinidade, uma vez que trabalhos realizados por Silva (2009, p. 58-63) e Silva et al. (2012, p. 114-125) comprovaram a sensibilidade da rúcula quando submetidas à soluções salinas, havendo redução do número de folhas e da transpiração devido a menor disponibilidade hídrica.

O déficit hídrico é um dos fatores que governam o desenvolvimento das plantas, uma vez que a água possui grande importância no crescimento vegetal, sendo responsável

por solubilizar os elementos presente no solo, facilitar a mobilidade dos mesmos no corpo vegetal e ser um meio favorável à ocorrência das reações químicas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Com relação aos dados germinativos é possível observar na Tabela 2 que a porcentagem de germinação (G%) até a condição de -0,6 MPa, não apresentou diferença significativa entre os dados, nos indicando que apesar de haver um efeito prejudicial do sal sobre as estruturas vegetativas (Figura 1), as sementes de rúcula conseguem germinar sem haver prejuízo significativo até uma condição estressante (-0,6 MPa).

O solo é um sistema complexo que possui inúmeros fatores que interferem diretamente sobre o desenvolvimento vegetal, entre eles o mais importante é a presença de sais como o sódio (Na<sup>+</sup>) ou potássio (K<sup>+</sup>). Esses elementos são encontrados em grandes quantidades em muitas áreas do nordeste e sudeste, o que interfere diretamente sobre a prática agrícola dessas regiões do Brasil (SOARES et al., 2010). Com base na afirmativa anterior, a procura de plantas pouco suscetíveis a condições estressantes hidricamente vêm se tornando intensa nos últimos anos, como forma de possibilitar a instalação de cultivos nesses ambientes, sejam para a subsistência familiar ou lavora comercial. Inúmeros trabalhos que simulam stress hídrico são realizados, possibilitando de forma rápida a identificação de tais espécies. Os reagentes mais utilizados para simulação de déficit hídrico são os sais cloreto de potássio (KCl) e cloreto de sódio (NaCl), além do composto com alto peso molecular denominado polietilenoglicol (PEG 6000) (YAMASHITA, 2009).

Os estudos sobre stress hídrico visam submeter às sementes a condições inferiores a -0,05 MPa (MARCOS FILHO, 2005), condição essa que é comumente encontrada em solos que estão na capacidade de campo (CC), nos levando a crer que espécies que conseguem germinar e desenvolver-se sobre substratos em condições hídricas inferiores a -0,05MPa podem ser cultivadas em ambientes salinos ou em ambientes com reduzida disponibilidade de água.

Os dados referentes às características germinativas da rúcula estão expressos na tabela 2.

Tabela 2. Análise estatística das variáveis porcentagem de germinação (G%), coeficiente de velocidade de germinação em porcentagem (CVG%), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), coletadas durante o acompanhamento do desenvolvimento de rúcula.

Tratamento (MPa)	G%	CVG%	IVG	TMG (Dias)
0	77,0 c	21,44 cd	53,59 cd	4,66 a
-0,2	78,5 c	21,77 d	58,22 d	4,59 a
-0,4	68,0 bc	21,73 cd	50,10 cd	4,60 a
-0,6	67,5 bc	21,32 c	46,29 c	4,69 a
-0,8	65,0 b	19,31 b	29,52 b	5,17 b
-1,0	52,5 a	17,89 a	17,56 a	5,58 c
F	14,39	300,62	61,24	338,46
CV%	7,27	0,90	9,43	0,91
DMS	11,12	0,41	9,02	0,09

Obs: Na coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de significância.

Com relação aos índices de IVG, TMG e CVG%, as sementes de rúcula resistiram até a condição hídrica de -0,6 MPa, não havendo redução significativa desses parâmetros (Tabela 2), fato que em trabalhos realizados por Balbinot e Lopes (2006, p. 01-08), Mortele et al. (2006, p.169-176) e Lopes et al. (2008, p. 79-85) espécies como couve (*Brassica pekinensis* cv. Granat), milho (*Zea mays* cv. BRS - Angela, Zélia e IAC 112) e cenoura (*Daucus carota* L. cv. Brasília), nessa condição de disponibilidade hídrica apresentaram redução significativa dessas variáveis germinativas.

A germinação das sementes é um processo que ocorre após várias etapas, como a embebição, turgor celular e protrusão radicular (GUIMARÃES et al., 2008). A embebição inicia-se quando há o contato direto da semente com uma fonte de água ou substrato umidificado, onde devido ao reduzido potencial hídrico da semente a água é transferida osmoticamente para seu interior. Muitas sementes possuem tegumentos impermeáveis o que dificulta sua embebição e interfere significativamente na ocorrência das demais etapas. Ao término da embebição há o turgor celular, ocasionado pela absorção de água, as células embrionárias nesse momento sofrerão aumento de seu volume ativando seu metabolismo e a ação de algumas enzimas como as amilases, lipases e proteinases que atuarão na digestão das reservas nutritivas contidas no endosperma.

Uma vez embebidas e expandidas as células da semente, iniciarão inúmeras divisões mitóticas que culminarão na protrusão radicular. O embrião nesse momento necessita de uma grande quantidade de energia para o desenvolvimento satisfatório dessa estrutura vegetativa, que garantirá a sustentação da planta, além de seu suprimento de água e minerais essenciais à sobrevivência.

Trabalhos como este são de máxima importância ao produtor, em especial os hortícolas praticantes da agricultura hidropônica e de regiões com solos salinos (Nordeste e Sudeste), pois saberão quais espécies são ideais ao cultivo nessas regiões e qual graduação de solução nutritiva é ideal para o desenvolvimento vegetal. Com a finalidade principal de alcançar maiores produtividades e minimizar as perdas econômicas decorrentes da escolha precipitada da cultura para plantio e o preparo inadequado de soluções nutritivas.

---

## 4. CONCLUSÕES

As estruturas vegetativas (radícula e hipocótilo) das plântulas de rúcula (*Eruca sativa* cv. Cultivada - Feltrin) são sensíveis às condições de estresse salino. Apesar da sensibilidade da radícula e hipocótilo, as sementes dessa espécie conseguem germinar sem danos significativos do número de plantas emergidas, até a condição salina de -0,4MPa, não havendo até essa condição, detrimento das variáveis de porcentagem de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG%) e tempo médio de germinação (TMG).

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- BALBINOT, E.; LOPES, H.M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 1, p. 01-08, 2006.
- CZABATOR, F.J. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, v.8, p. 386-396, 1962.
- FERREIRA, F.A. Sistema SISVAR para análises estatísticas. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/softwares.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2011.
- GHADERI-FAR, F.; GHEREKHLOO, J.; ALIMAGHAM, M. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*). *Planta Daninha*, v. 28, n. 3, p. 436-469, 2010.
- GUIMARÃES, M.A.; DIAS, D.C.F.S.; LOUREIRO, M.E. Hidratação de sementes. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 2, n. 1, p. 31, 2008.
- JUNIOR, J.A.L.; SILVA, A.L.P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. *Enciclopédia Biosfera*, v.6, n.11, p. 01-21, 2010.
- LOPES, J.C.; MACEDO, C.M.P. Germinação de Sementes de Couve Chinesa Sob Influência do Teor de Água, Substrato e Estresse Salino. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba-SP: Fealq, 2005. 495p.
- MORTELE, L.M.; LOPES, P.C.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A. Germinação de Sementes e Crescimento de Plântulas de Cultivares de Milho - pipoca Submetidas ao Estresse Hídrico e Salino. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 3, p.169-176, 2006.
- MORAES, G.A.F.; MENEZES, N.L.; PASQUALLI, L.L. Comportamento de Sementes de Feijão Sob Diferentes Potenciais Osmóticos. *Ciência Rural*, v.35, n.4, p. 776-780, 2005.
- PEREIRA, M.R.R.; MARTINS, C.C.; SOUZA, G.S.F.; MARTINS, D. Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. *Bioscience Journal*, v. 28, n. 4, p. 537-545, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. 719 p. Porto Alegre : Artmed, 2004.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. *Plant Physiology*. 4 ed. California: Wadsworth Publishing Company, 1992, 682p.
- SOARES, T.M.; DUARTE, S.N.; SILVA, E.F.F.; JORGE, C.A. Combinação de águas doce e salobra para a produção de alface hidropônica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.7, p.705-714, 2010.
- SILVA, A.O.; SOARES, T.M.; FRANÇA E SILVA, E.F.; SANTOS, A.N.; KLAR, A.E. Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico nft utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim – PE. *Irriga*, v. 17, n. 1, p. 114-125, 2012.
- SILVA, E.F.F.; CAMPECHE, L.F.S.M.; DUARTE, S.N.; FOLEGATTI, M.V. Evapotranspiração, coeficiente de cultivo e de salinidade para o pimentão cultivado em estufa. *Magistra*, v. 17, n.2, p. 58-63, 2005.
- SILVA, F.V. Cultivo hidropônico de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) utilizando água salinas. 2009. 90f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- YAMASHITA, O.M. GUIMARÃES, S.C.; SILVA, J.L.; CARVALHO, M.A.C.; CAMARGO, M.F. Fatores ambientais sobre a germinação de *Emilia sonchifolia*. *Planta Daninha*, v.27, n.4, p. 673-681, 2009.