

**IMPLICAÇÕES DO ESTRESSE SALINO SOBRE A GERMINAÇÃO E VIGOR DE  
SEMENTES DE ALFACE**

Jamila Suemily Pixaque<sup>1</sup>, Rerison Catarino da Hora<sup>1</sup>, Martha Freire da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agrônômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: jamilapixaque@hotmail.com; rchora@uem.br; mfsilva3@uem.br.

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo avaliar as implicações do estresse salino imposto por concentrações de NaCl, na germinação e vigor de sementes de alface. Para induzir o estresse salino às sementes foram utilizadas soluções de NaCl nas concentrações (0,0; 50; 100; 150; 200 mM). Após a imposição dos diferentes níveis de estresse salino, foram avaliados a porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, massa seca e teor de água das plântulas. O estresse salino afeta negativamente a germinação e o vigor das sementes de alface crespa, cultivar Amanda. O comprimento de raiz, de parte aérea e massa seca das plântulas são as variáveis mais sensíveis à salinidade pois mostra redução significativa a partir da concentração de 50 mM, enquanto a velocidade de germinação e de emergência é afetada a partir de 100 mM e a porcentagem de germinação só é reduzida a partir de 150 mM de NaCl. A concentração de 200 mM de NaCl inibe a germinação das sementes de alface.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lactuca sativa* L., salinidade, qualidade fisiológica de sementes

**IMPLICATIONS OF SALINE STRESS ON THE GERMINATION AND VIGOR OF  
LETTUCE SEEDS**

**ABSTRACT:** This work aimed to evaluate the implications of saline stress imposed by NaCl on the germination and vigor of lettuce seeds. To induce salt stress in seeds, NaCl solutions were used at concentrations (0.0; 50; 100; 150; 200 mM). After imposing different levels of salt stress, the percentages of germination, first germination count, germination speed index, emergence, shoot length, root length, dry mass and water content of the seedlings were evaluated. Saline stress negatively affects the germination and vigor of curly lettuce seeds, cultivar Amanda. The length of the root, shoot and dry mass of seedlings are the variables most sensitive to salinity as they show a significant reduction from a concentration of 50 mM, while the speed of germination and emergence is affected from 100 mM and the percentage germination rate is only reduced from 150 mM NaCl. A concentration of 200 mM NaCl inhibits seed germination of lettuce.

**KEY WORDS:** *Lactuca sativa* L., salinity, physiological quality of seeds

## INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma espécie olerícola, herbácea de ciclo anual pertencente à família Asteraceae. A cultura da alface apresenta grande importância econômica e social em nosso país, sendo considerada a hortaliça folhosa mais consumida pelos brasileiros e também mundialmente (Prado, 2016). Cultivada normalmente em campo aberto por pequenos agricultores, estimando-se que sejam cultivados em torno de 30 mil hectares de alface anualmente no Brasil (Lopes, 2010).

A cultura da alface se desenvolve melhor em solo areno-argiloso, rico em matéria orgânica, nutrientes e com umidade adequada. Ela apresenta um sistema radicular muito ramificado e superficial, explorando os primeiros 0,25 m de profundidade e com a raiz pivotante pode atingir até 0,60 m de profundidade no solo (Filgueira et al., 2008). É uma cultura exigente em nutrientes para que ocorra um bom desenvolvimento das plantas. No entanto, a produtividade da cultura esta estritamente associada ao bom desenvolvimento da germinação e vigor da planta nos estádios iniciais de desenvolvimento.

Um dos fatores que mais interfere no desenvolvimento da germinação e das plântulas é a salinidade. O excesso de sais nos solos pode causar um desbalanço nutricional, onde o excesso de íons inibe a absorção de outros íons (Fioroti et al., 2006; Lopes e Macedo, 2008). Além disso, o estresse salino inibi o crescimento vegetal devido ao efeito osmótico, causando a restrição da disponibilidade de água, toxidez, desordem nutricional, modificações morfológicas e estruturais (Shannon, 1997).

A salinidade influencia na estrutura do solo, no aumento da densidade e redução das taxas de infiltração e absorção de água no solo pelo excesso de íons sódicos (Rhoades et al., 2000). A absorção dos nutrientes realizada pelo mecanismo de contato íons-raiz ocorre em solução aquosa é afetada, causando interferência na absorção principalmente de N, S, Ca e Mg, efeito semelhante ao observado em solos compactados (Novais e Mello, 2007). Portanto, a salinidade pode afetar a fisiologia das plantas devido às alterações químicas e físicas do solo (Sertão, 2005).

Além dos efeitos negativos no solo, a salinidade causa problemas na germinação e vigor de sementes. A presença de sais interfere no potencial hídrico do solo, reduzindo o gradiente de potencial entre o solo e a superfície da semente, impedindo a captação de água pela semente, e reduzindo as taxas de germinação e levando à inibição da mobilização das reservas e distúrbios nos sistemas de membranas do eixo embrionário (Lopes e Macedo, 2008).

O processo de salinização pode ocorrer de forma natural, situado em solos com baixas precipitações pluviais, alto déficit hídrico e com deficiência de drenagem ou por meio da

irrigação com água salobra, comum em ambientes mais desérticos. A prática da cultura irrigada e uso de adubos são as principais causas de acúmulo de sais na superfície do solo.

Devido à escassez de informações referentes aos efeitos causados pelo estresse salino nas sementes da alface e levando em consideração a sua importância no mercado, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de níveis de salinidade, na germinação e vigor de sementes da alface crespa, da variedade Amanda.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Campus Regional de Umuarama, Paraná- Brasil.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, contendo 5 tratamentos e 4 repetições. Foram utilizadas sementes comerciais peletizadas de alface (*Lactuca sativa*), da variedade Amanda.

Para induzir o estresse salino nas sementes foram utilizadas soluções de NaCl com diferentes concentrações molares (0,0; 50; 100; 150; 200 mM). As diluições foram feitas em água destilada, sendo que a concentração 0,0 mM foi o tratamento testemunha, onde utilizou-se apenas água destilada.

Para saber a quantidade de NaCl a ser adicionado por litro de solução, utilizou-se a Conversão mM para g/mol, onde;

$1\text{mM}=0,001\text{ mol/L}$  e  $\text{NaCl}= 58,44\text{g/mol}$ .

Dessa forma os tratamentos foram:

T1 – Testemunha (0,0 g de NaCl/L)

T2- 50 mM de NaCl (2,922 g de NaCl/L)

T3 – 100 mM de NaCl (5,844 g de NaCl/L)

T4 – 150 mM de NaCl (8,766g de NaCl/L)

T5 – 200 mM de NaCl (11,688g de NaCl/L)

Posteriormente, foram realizados os seguintes testes para avaliação da germinação e vigor das sementes:

**Emergência (EM)** – No teste de emergência foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes por tratamento. As sementes foram semeadas em caixas gerbos contendo areia. Para garantir uma padronização do teste, cada gerbox recebeu a quantidade de 350 gramas de areia peneirada, sendo umedecidas com 64 ml da solução, de acordo com o tratamento utilizado. Em seguida, cada gerbox foram semeadas com 50 semente. As amostras foram levadas e mantidas

em câmara de germinação a uma temperatura de 20°C durante 7 dias. Após este período, foram realizadas contagem de plântulas emergidas e os resultados expressos em porcentagem.

**Índice de velocidade de emergência (IVE)** - Esta variável foi avaliada juntamente com o teste de emergência, onde ocorreram contagens de plântulas emergidas diariamente. O índice de velocidade de emergência foi calculado empregando a fórmula de Maguire (1962):

$$IVE = E1/ N1 + E2/ N2 + \dots + Em /Nn$$
 Em que:

IVE é o índice de velocidade de emergência; E1 até En é o número de plântulas emergidas computadas no primeiro dia até o último dia; N1 até Nn é o número de dias da semeadura à primeira até à última contagem.

**Germinação (G)** – Utilizou-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento. O teste foi realizado sob três folhas de papel, em caixas tipo gerbox. Cada papel foi umedecido com as respectivas soluções, de acordo com cada tratamento, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Em seguida, as gerbox foram vedadas com plástico filme para manter a umidade e levadas para câmara de germinação tipo BOD, permanecendo por 7 dias a 20 °C (Brasil, 2009).

**Primeira contagem de germinação (PCG)** – Realizou-se junto ao teste de germinação, sendo realizadas as contagens de plântulas normais no 5º dia após a semeadura. O resultado foi expresso em porcentagem (Brasil, 2009).

**Índice de velocidade de germinação (IVG)** – Esta variável foi avaliada juntamente com o teste de germinação onde ocorreram contagens diárias do primeiro ao sétimo dia. O índice de velocidade de germinação foi calculado empregando a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = E1 N1 + E2 N2 + \dots + Em Nn$$
 Em que:

IVG é o índice de velocidade de germinação;

E1 até Em é o número de plântulas emergidas computadas no primeiro dia até o último dia;

N1 até Nn é o número de dias da semeadura à primeira até à última contagem.

**Teste de crescimento de plântulas** – O teste foi realizado em gerbox, contendo papel germitest. Os papéis foram umedecidos na proporção de 2,5 vezes o seu peso, com as respectivas soluções relativas ao tratamento. Foram semeadas 10 sementes por gerbox, sendo realizadas quatro repetições por tratamento. Logo em seguida, as gerbox foram vedadas com plástico filme para manter a umidade, e levadas para câmara de germinação tipo BOD, na temperatura de 20°C por 7 dias e mantidas em um ângulo de 45°, a fim de direcionar o crescimento das raízes a favor do geotropismo para facilitar a mensuração das plântulas. No sétimo foram realizadas as aferições de comprimento de raiz (CR) e de parte área (CPA) das plantas consideradas normais, sendo expresso em centímetros (Nakagawa, 1999).

**Matéria fresca (MF), matéria seca (MS) e teor de água (TA) de plântulas:**

Realizaram-se avaliações de MF, MS e TA com as mesmas plântulas do teste de comprimento. As plântulas foram 301esadas enquanto frescas (MF), colocadas em sacos de papel e levado para estufa de secagem a temperatura de 65°C por 72 horas, para retirada da umidade, e posteriormente, pesando-se apenas a seca (MS) das plântulas. O teor de água (TA) foi obtido pela diferença de peso entre a massa fresca e seca, expresso em porcentagem, conforme a fórmula abaixo:

$TA = ((Pi - Pf)/Pi)*100$ , em que:

TA = Teor de água das plântulas (%);

PI = Peso inicial (Peso da matéria fresca) (g);

PF= Peso final (Peso da matéria seca) (g).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados da análise de variância mostraram efeito significativo das concentrações de NaCl, para todas as variáveis.

Observou-se queda na germinação e no vigor, evidente pela redução na germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência (EM) e índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 1). Com o aumento na concentração do NaCl, ocorreu a diminuição da germinação e vigor das sementes.

Observou-se que o estresse salino causado pelo NaCl causa efeitos negativos na semente de alface. Pôde-se observar queda na germinação e do IVG nas concentrações de 150 e 200 mM de NaCl. Na concentração de 150 mM apenas 60% das sementes germinaram, não havendo germinação na concentração de 200 mM. As variáveis PCG, EM e IVE já se mostraram sensíveis, com declínio a partir da concentração de 100 mM (Tabela 1).

**Tabela 1** - Porcentagem de germinação (%G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência (EM) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de alface cresa, variedade Amanda, submetida ao estresse salino induzido por diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl).

Tratamentos	G (%)	PCG (%)	IVG	EM (%)	IVE
Controle	99 A	99 A	24,96 A	100 A	24,62 A
50 mM NaCl	98 A	95 A	24,46 A	91 A	22,31 A
100 mM NaCl	89 A	76 B	22,23 A	55 B	12,02 B
150 mM NaCl	60 B	35 C	12,66 B	12 C	1,98 C
200 mM NaCl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Médias seguidas de letras minúsculas iguais entre tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Oliveira et al (2011) também observaram queda na germinação das sementes de alface repolhuda conforme o aumento da concentração de NaCl, ainda como observamos para as sementes da alface crespa da cultivar Amanda, deste experimento (Tabela 1). O aumento da concentração de sais promove a redução no potencial hídrico, dificultando a absorção de água pelas sementes, o que geralmente influencia a capacidade germinativa das sementes e o desenvolvimento das plântulas (Rebouças et al., 1989).

Altos níveis de salinidade reduzem a disponibilidade de água necessária para a embebição, além de provocarem toxicidade pelo acúmulo de íons, o que também dificulta o processo nutricional, impedindo, por exemplo, a absorção de K, cofator de inúmeras enzimas responsáveis pela fotossíntese e respiração, sendo fundamental, pois disponibiliza energia para os processos metabólicos da germinação (Coser et al. 2010).

Resultados semelhante foram observados em trabalhos com sementes de pepino (Fioroti et al., 2006), sementes de couve chinesa (Lopes e Macedo, 2008), melão (Queiroga et al., 2006) e em melancia (Torres, 2007). Alta concentração salina retarda o transporte e o metabolismo de reservas do embrião (Bewley et al., 2013).

Além do efeito deletério do sal sobre a germinação, velocidade e emergência, pôde-se observar a diminuição do CPA, CR e MSP já na concentração de 50 mM de NaCl, não havendo produção de plântulas normais na concentração de 200 mM, mostrando que em concentrações salinas muito altas é comprometida a retomada do desenvolvimento embrionário (Tabela 2).

**Tabela 2** - Comprimento parte da aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca planta (MSP) e teor de água (TA) de plântulas de alface crespa, variedade Amanda, submetida ao estresse salino induzido por diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl).

Tratamentos	CPA (cm/pl)	CR (mg/pl)	MSP (mg/pl)	TA (%)
Controle	1,21 A	6,34 A	0,80 A	93 A
50 mM NaCl	0,83 AB	5,16 B	1,13 AB	90 A
100 mM NaCl	0,81 AB	3,50 C	0,90 AB	88 A
150 mM NaCl	0,71 B	2,52 C	0,53 B	91 A
200 mM NaCl	0,00	0,00	0,00	0,00

Médias seguidas de letras minúsculas iguais entre tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A redução do comprimento de plântulas também está associada à restrição hídrica às sementes e aos possíveis efeitos tóxicos dos sais (Taiz e Zeiger, 2006). Estruturas vegetativas da alface apresenta sensibilidade quando exposta ao estresse salino causando redução da respiração e redução nos números de folhas segundo Silva et al. (2012).

Em relação ao teor de água das plântulas, evidenciou-se que não houve diferença estatística entre a quantidade de água das plântulas dos diferentes tratamentos, demonstrando que, uma vez que a semente capturou água e desenvolveu as plântulas, elas conseguiram acumular o mesmo percentual de água.

Mesmo que no processo germinativo a semente não necessite de nutrientes minerais, apenas de hidratação e aeração, a salinidade pode influenciar neste processo. A redução da porcentagem de germinação das sementes pode estar ligada a dificuldade de absorção da água, devido a potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, influenciando a absorção de água, podendo inviabilizar a sequência de eventos relacionados ao processo germinativo (Moterle et al., 2006).

O efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, reduzindo seu o potencial osmótico e hídrico e, por consequência, diminuição da disponibilidade de água e nutrientes às plantas. Desta maneira, o aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais solúveis na solução do solo, pode atingir um nível em que as sementes não terão como absorver e, portanto, não irão germinar (Alves et al., 2011). Neste experimento, foi possível observar que a concentração de 200 mM de NaCl foi deletéria a este ponto (Tabela 1).

Este experimento comprova a sensibilidade das sementes de alface crespa, cultivar Amanda, à salinidade. Foi evidenciado que o vigor das sementes foi o primeiro a ser reduzido, com redução do crescimento das plântulas a partir de concentrações de 50 mM do sal. A velocidade de germinação passou a ser reduzida a partir da concentração de 100 mM e o potencial de germinação reduzido a partir de 150 mM, não havendo germinação visível na concentração de 200 mM de NaCl.

### CONCLUSÕES

Os níveis de salinidade, impostos por diferentes concentrações de NaCl, influenciam negativamente a germinação e o vigor das sementes de alface crespa, cultivar Amanda.

O comprimento de raiz, de parte aérea e massa seca das plântulas são as variáveis mais sensíveis à salinidade pois mostra redução significativa a partir da concentração de 50 mM, enquanto a velocidade de germinação e de emergência só é afetada a partir de 100 mM e a germinação a partir de 150 mM de NaCl.

A concentração de 200 mM de NaCl inibe a germinação das sementes.

**REFERÊNCIAS**

ALVES, F.A.L. FERREIRA-SILVA, S.L.; SILVEIRA, J.A.G.; PEREIRA, V.L.A. Efeito do  $\text{Ca}^{2+}$  externo no conteúdo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3rd ed. New York: Springer, 2013. 392p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

COSER, S.M; LOPES, J.C; MORAES, W.B. Efeito da salinidade sobre a germinação e o vigor de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 4233-4238, 2010.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

FIOROTI R.M.; DIAS, M.A.; LOPES, J.C.; CORRÊA, N.B. **Germinação e vigor de sementes de pepino em diferentes níveis de concentração salina**, 2006. In: Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 10, 2006, São José dos Campos-SP. Revista UNIVAP: X INIC – VI EPG – Programas e Resumos (CD-ROOM). São José dos Campos-SP: UNIVAP 13: 10631065.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MOTERLE, L.M.; LOPES, P.C.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas as estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 169-176. 2006.

NOVAIS, R.F.; MELLO, A.W.V. de. **Relação Solo-Planta**. 2007. In: NOVAIS, R. F.; et al. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 133-204.

LOPES J.C.; MACÊDO, 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, p. 79-85. 2008. LOPES. C.A. **Doenças da alface**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2010, 68p.

OLIVEIRA, L.V.P.; ARAUJO, M.N.; TEIXEIRA, I.D.; ARAGÃO, C.A. Efeito da salinidade na germinação e vigor de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 8018- 8024, 2011.

PRADO, R.M. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/CAPES, 2016. 600p. QUEIROGA, R.C.F.; ANDRADE-NETO, R.C.; NUNES, G.H.S.; MEDEIROS, J.F.; ARAÚJO, W.B.M. Germinação e crescimento inicial de híbridos de meloeiro em função da salinidade. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.315-319, 2000.

REBOUÇAS, M.A.; FAÇANHA, J.G.V.; FERREIRA, L.G.R.; PRISCO, J.T. Crescimento e conteúdo de N, P, K e Na em três cultivares de algodão sob condições de estresse salino. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.79-85, 1989.

RHOADES, J.D.; LOVEDAY, J. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB. Estudos FAO Irrigação e Drenagem. 2000. 117p.

SERTÃO, M.A.J. **Uso de corretivos e cultivo do capim Urocloa (*Urocloa mosambicensis* (Hack.) Dandy) em solos degradados do Semi-árido.** 75f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2005.

SILVA, A.O.; SOARES, T.M.; FRANÇA, E.; SILVA, E. F.; SANTOS, A.N.; KLAR, A.E. Consumo hídrico da alface em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim – PE. **Irriga**, v. 17, n. 1, p. 114-125, 2012.

SHANNON M.C. Adaptation of plants to salinity. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 60 p.75-120, 1997.

TAIZ L; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 2006. 719p.

TORRES, S.B. Germinação e desenvolvimento de plântulas de melancia em função da salinidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.68-72, 2007.