

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Instituto de Biologia
Programa de Pós – Graduação em Fisiologia Vegetal



Dissertação

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DE CULTIVARES DE
CEBOLA SUBMETIDA A CONCENTRAÇÕES DE CLORETO DE
SÓDIO**

Natália Silveira Corrêa

Pelotas, 2012

Natália Silveira Corrêa

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DE CULTIVARES DE
CEBOLA SUBMETIDA A CONCENTRAÇÕES DE CLORETO DE
SÓDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas, com requisito parcial da obtenção do título de Mestre em Ciências

Orientador: Prof. Nei Fernandes Lopes

Co-orientador: Prof. Dr. Dario Munt de Moraes

Pelotas, 2012

**Dados de catalogação na Fonte Internacional:
Bibliotecária Daiane Schramm – CRB – 10/1881**

C824f Corrêa, Natália Silveira

Qualidade fisiológica e bioquímica de cultivares de cebola submetida a concentrações de cloreto de sódio. / Natália Silveira Corrêa; orientador: Nei Fernandes Lopes. – Pelotas, 2012.

46f

Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Instituto de Biologia. Universidade Federal de Pelotas, 2012.

1. *Allium cepa* L. 2. Semente. 3. Salinidade. I. Lopes, Nei Fernandes, orient. II. Título.

CDD 581.1

Banca Examinadora:

Prof. Nei Fernandes Lopes, Ph.D.

Prof. Dra. Juliana Aparecida Fernando

Dra. Juliana de Magalhães Bandeira

Dedico
Aos meus pais, Aguinaldo e Nádia
Ao meu irmão Bruno
Ao meu namorado Guga

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir esta conquista, me iluminar e proteger;

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal por disponibilizar a estrutura física, corpo docente que possibilitaram a realização desse trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e auxílio financeiro.

Ao meu orientador, professor Nei Fernandes Lopes, pela orientação, incentivo, amizade, bom humor, apoio na condução e elaboração deste trabalho.

Ao professor Dario Munt de Moraes, pela co-orientação, sugestões no trabalho e amizade.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação pelos conhecimentos transmitidos.

Aos pesquisadores da FEPAGRO, Eng^o Agr^o Adolfo Puggina Filho e Eng^o Agr^o Ivan Renato Cardoso Krolow, pelo fornecimento das sementes de cebola usadas nos experimentos desta pesquisa, muito obrigada.

A todos os membros da minha família que de um modo ou de outro contribuíram para realização desse trabalho, obrigada pelo apoio e incentivo.

A minha mãe Nádia, pelas angústias e preocupações que passou comigo, pelo amor, grande amizade, carinho e estímulo, dedico-lhe essa conquista com muita gratidão.

Ao meu pai Aguinaldo que mesmo sempre estando longe por motivos de trabalho nunca deixou de me dar apoio, compreensão e estímulo para continuar meus estudos, muito obrigada.

Ao meu irmão Bruno, por me ajudar em todos os momentos de necessidade por me apoiar e incentivar.

Ao meu namorado Guga pelos conselhos, amor, paciência, compreensão nos momentos de preocupações, cansaço e algumas vezes ausência, estímulo de seguir em frente e superar as dificuldades, agradeço muito pelo apoio e por sempre estar ao meu lado.

Aos funcionários Luisa Meireles e Rudinei Teixeira sempre dispostos a ajudar e auxiliar no trabalho, a Sandra Hinz por todos os momentos agradáveis e de ajuda, as estagiárias Kétrin e Mariana pela ajuda no trabalho e agradável convivência, muito obrigada.

A todos meus amigos e amigas pela ajuda, companhia agradável, grande amizade e apoio, principalmente Isabel, Fabíola e Taís que acompanharam este trabalho mais de perto.

A todos meus colegas de mestrado, pela colaboração, conhecimentos compartilhados, agradáveis momentos e as amizades conquistadas.

“Foi o tempo que dedicaste a tua rosa que fez dela tão importante.
[...] Tu és eternamente responsável por aquilo que cativas.
Tu és eternamente responsável por tua rosa...”
(Antoine de Saint Exupéry)

RESUMO

CORRÊA, Natália Silveira. **Qualidade fisiológica e bioquímica de cultivares de cebola submetida a concentrações de cloreto de sódio**. 2012. 46f Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

Os sais são prejudiciais ao crescimento, tanto pela toxicidade quanto pelo efeito osmótico, ou seja, a seca fisiológica. Algumas culturas como as hortaliças em geral, o problema é mais drástico em virtude de possuírem mais sensibilidade aos efeitos da salinidade. Deste modo, o trabalho teve como objetivo avaliar a influencia do sal no desempenho fisiológico de sementes de cebola . O experimento foi realizado em duas etapas, a primeira avaliou o desempenho de diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 40; 80; 120 e 160 mM de NaCl) na qualidade fisiológica de sementes e no crescimento de plântulas de três cultivares de cebola (Fepagro 27, Madrugada e Petrolina). Os testes foram efetuados com 3 repetições de 4 sub amostras de 50 sementes de cada cultivar, sendo avaliados os testes de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência, emergência, comprimento de parte aérea e raiz , massa seca total da plântula e condutividade elétrica. De modo geral, em todos os testes aplicados, a concentração de NaCl em que a cebola se mostrou mais sensível foi a partir de 80 mM, indicando que com o acréscimo de cloreto de sódio ocorre a diminuição da viabilidade e do vigor das sementes de cebola. Na segunda etapa do experimento foi determinado a composição química, abrangendo o teor das proteínas solúveis totais, o teor de açúcares solúveis totais, o teor de amido e a determinação da atividade da enzima α -amilase. Os resultados obtidos indicaram que as concentrações de NaCl afetam negativamente todas as variáveis, dificultando assim a atividade da α -amilase, conseqüentemente a quebra do amido a conversão deste em açúcar, prejudicando o crescimento do embrião.

Palavras-chave: *Allium cepa* L., semente, salinidade.

ABSTRACT

CORRÊA, Natália Silveira. **Physiological quality and biochemical of onion cultivars subject to concentrations of sodium chloride**. 2012. 46f Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

Salts are prejudicial to growth by toxic effect and osmotic effects, i. e., physiological drought. To some crops as vegetables in general, the problem is more drastic due to great salinity effects. This research had as objective analyze the influence of salt on physiological behavior of onion (*Allium cepa* L.) seeds. The experiment was realized on two stages, the first determined the effects of several concentrations of sodium chloride (0; 40; 80; 120 and 160 mM NaCl) on seeds physiological quality and seedlings growth in three cultivars (Fepagro 27, Madrugada and Petrolina). Tests were conducted using 4 subsamples of 50 seeds for each cultivar, for each treatment, with 3 replications, being evaluated through of the follow tests: germination, first count of germination, germination rate index, emergence, length of shoot and roots, seedlings total dry matter, and electrical conductivity. In general, for all tests applied, the onion seeds showed more sensible when NaCl concentrations were up to 80 mM, indicating that the increase of NaCl diminished the viability and vigor of onion seeds. The second stages the assay was done in order to quantify the chemical composition, comprehending the follow measured: total soluble proteins, total soluble sugars, starch and the determination of α -amilase activity. The results indicated that salt concentration affected negatively all variables, decreasing α -amilase activity, as well as the starch break, consequently the sugar production and restraining the embryo growth.

Key-Word: *Allium cepa* L., seeds, salinity.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO GERAL	12
CAPÍTULO 1 – Efeito de diferentes concentrações salinas na qualidade fisiológica de sementes de cebola.....	15
1. Introdução.....	16
2. Material e Métodos	17
3. Resultados e Discussão	18
4. Conclusões	29
CAPÍTULO 2 – Atividade da α-amilase e composição química de sementes e plântulas submetidas a diferentes concentrações salinas.....	30
1. Introdução	31
2. Material e Métodos	32
3. Resultados e Discussão	34
4. Conclusões	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40

INTRODUÇÃO GERAL

A grande concentração de sais em determinadas áreas irrigadas é um problema crescente em ordem mundial. Milhões de hectares de terras contêm altos teores de sais, tornando os solos cada vez mais improdutivos pelo acúmulo de sais presentes nas águas de irrigação (LIMA; BULL, 2008). No Brasil, ainda que a informação sobre as áreas salinas não estejam bem determinadas, é estimado que 20 a 25% das áreas irrigadas apresentam problemas de salinização (FAO, 2006).

A alta concentração salina pode causar atraso e diminuição na germinação de sementes, dependendo da tolerância de cada espécie à salinidade (LARCHER, 2000). Os sais prejudicam o crescimento, tanto pelo efeito tóxico, acúmulo de íons no protoplasma, quanto pelo efeito osmótico, ou seja, à seca fisiológica (TOBE et al., 2000).

De acordo com as condições ambientais, tais como a temperatura, localidade, precipitação, fotoperíodo e fatores que ressaltam determinados aspectos da composição genética a planta tem reação diferente (BOTEZELLI et al., 2000).

Geralmente, o efeito primário da salinidade no desenvolvimento das plantas é a redução no crescimento, através da diminuição do potencial hídrico da solução do solo a nível menor do que o necessário para que ocorra a absorção de água pelas células das raízes, impedindo assim a expansão celular, considerando que o potencial de pressão da célula tende a se nivelar com o do solo (BOHNERT et al., 1995; TAIZ; ZEIGER, 2009). No caso das hortaliças, frutíferas e algodão a sensibilidade aos efeitos da salinidade é mais drástica (DÍAS et al., 2003).

De acordo com o volume de produção, a cebola é a hortaliça mais produzida, estando em segundo lugar a nível mundial. Na América Latina tem produção total de

9%, abrangendo os países como Brasil, Colômbia, México, Peru, Chile e Argentina (RECABARREN, 2009).

As regiões Sul e Sudeste no Brasil são as principais produtoras de cebola, sendo responsáveis por aproximadamente 82,0% da produção nacional (EMBRAPA, 2007). A cultura da cebola é uma atividade tradicional entre os agricultores familiares da Região Sul do Brasil. Os municípios de São José do Norte, Mostardas e Tavares têm o cultivo da cebola como sua principal fonte de renda (ZABALETA, 1998).

A cebola (*Allium cepa* L.) tem preferência por suas características condimentares e propriedades terapêuticas, sendo muito significativa pelo volume de consumo e valor econômico (LIMA; BULL, 2008). Deste modo são importantes os estudos a respeito da fisiologia da germinação de sementes de cebola, para suprir a carência de informações e avaliações que estimam o potencial germinativo das sementes e seu comportamento em ambientes salinos.

Os métodos mais usados para a determinação da tolerância aos sais é a porcentagem de germinação, assim como os testes de vigor. O teste de germinação é normalmente utilizado para avaliar o quanto as sementes são capazes de gerar plântulas normais em condições ideais, mas nem sempre manifesta as diferenças de desempenho das sementes em campo ou durante o processo de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O teste de vigor é um dos testes mais apropriados para avaliação do potencial de resistência das sementes às condições adversas e dos atributos fisiológicos complementando o teste de germinação (KRZYZANOWSKI et al., 1991). Outro teste que avalia o vigor é o teste de condutividade elétrica que estima indiretamente o grau de estruturação das sementes pela quantidade de íons lixiviados durante a embebição, evidenciando a integridade nas membranas celulares e, quanto mais alto o resultado menor será o vigor, apresentando sementes muito danificadas (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Várias pesquisas foram realizadas sobre a fisiologia da resistência, ou seja, o mecanismo de adaptação das plantas à salinidade (SILVA et al., 1992), estando ligados diretamente à composição estrutural (polissacarídeos e oligossacarídeos) das paredes celulares e a composição química da semente, sendo o vigor, as substâncias de reserva (carboidrato, proteína e lipídeo) e o potencial de armazenamento influenciados pelo teor dos compostos presentes, podendo estes

apresentar alterações conforme as condições ambientais as quais a semente é submetida (SILVA et al., 2008).

A manifestação da perda de vigor pode indicar o início do processo de deterioração das sementes. Diversas enzimas como: amilases, desidrogenases, fosfatases, lipases, proteinases apresentam alterações no seu desempenho em decorrência do decréscimo da qualidade fisiológica das sementes (BEWLEY; BLACK, 1994).

A enzima α -amilase é hidrolítica, sendo produzida pela camada de aleurona em resposta à ação das giberelinas, e liberada dentro do endosperma onde se encontram as reservas endospermáticas, entre os quais açúcares solúveis e o amido, que são metabolizados por estas enzimas e utilizados no crescimento do embrião e consequente formação do eixo embrionário (ARTECA, 1995). Estudos indicam que ambientes com alto teor de salinidade causam atraso na germinação, reduzindo à atividade da enzima hidrolítica e consequentemente a mobilização dos metabólitos, prejudicando a translocação, o armazenamento dos metabólitos e por fim o desenvolvimento do eixo embrionário (DKHIL; DENDEN, 2010)

Baseado no exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do estresse salino na viabilidade e vigor de sementes da cebola (*Allium cepa* L.) submetidas a diversas concentrações de NaCl, bem como verificar o efeito do estresse salino sobre a atividade da enzima α -amilase e sua composição química.

CAPÍTULO 1

EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES SALINAS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CEBOLA

Effect of different salt concentrations on physiological quality of onion seeds

RESUMO- Na qualidade fisiológica das sementes a exposição à salinidade geralmente causa decréscimo na porcentagem de germinação, na formação de plântulas anormais e no vigor de plântulas. Portanto, o trabalho tem como objetivo principal avaliar o efeito do estresse salino no vigor e na viabilidade de sementes da cebola submetidas a diversas concentrações de cloreto de sódio. Foram utilizadas sementes de cebola dos cultivares Fepagro 27, Madrugada e Petrolini submetidas às concentrações de zero; 40; 80; 120 e 160 mM de NaCl. O experimento foi realizado com três repetições de quatro subamostras de 50 sementes por tratamento. Os testes avaliados foram os seguintes: germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e das raízes, massa seca total de plântulas, emergência de plântulas em casa de vegetação, índice de velocidade de emergência das plântulas e condutividade elétrica. Os resultados demonstraram que em todas os cultivares, as variáveis foram significativas, apresentando redução na viabilidade e vigor com o incremento de NaCl no substrato. A cultivar Madrugada foi mais suscetível ao sal que as outras

cultivares. Portanto, presença de sal prejudica a viabilidade e o vigor das sementes de cebola, apresentando decréscimos mais acentuados a partir da concentração de 80 mM de NaCl.

Palavras-chave: *Allium cepa* L., viabilidade, germinação, NaCl.

ABSTRACT — Seeds physiological quality is affected by salinity that cause decrease on germination percentage, the formation of abnormal seedlings and on seedlings vigor. Therefore, the meanly objective of this work was determining salt stress on vigor and viability of onion seeds growth under several sodium chloride concentrations. Onion seeds of cultivars Fepagro 27, Madrugada and Petrolina were tested with concentrations of 0; 40; 80; 120 and 160 mM NaCl. The experiment was conducted with three replications of four subsamples with 50 seeds of each treatment. The tests evaluated were as follow: germination, first counting, germination rate index, shoot and roots length, total dry matter of seedlings, seedlings emergence in the greenhouse, emergence rate index and electrical conductivity. The results demonstrated that for all cultivars the variables determined were significant, showing reduction on viability and vigor with increase of NaCl in substrate. The cultivar Madrugada was more salt susceptible than the others cultivars. However, the salt caused damage on viability and vigor of onion seeds, showing decrease more accentuate after 80 mM NaCl level.

Key-Words: *Allium cepa* L., viability, germination e NaCl.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da entrada de água no processo de embebição, durante a germinação reativa o metabolismo celular e estimula uma série de mudanças fisiológicas na semente (KERBAUY, 2008). A embebição é essencial para a germinação, possibilitando a retomada da atividade metabólica, assim como os processos de assimilação e mobilização de reservas para o subsequente crescimento (MARCOS FILHO, 2005).

A manifestação de vigor das sementes é determinada pela capacidade destas em germinarem dentro de amplas condições, dependendo de outros fatores, como as condições do ambiente no local onde foram semeadas. As plantas estão sujeitas

a condições de múltiplos estresses que impedem seu desenvolvimento normal e suas chances de sobrevivência. Solos com baixa umidade ou ambientes salinos, podem apresentar restrições hídricas que comprometam a germinação das sementes (SILVA et al., 2007). A qualidade da semente, com respeito à germinação e ao vigor, é associada ao acúmulo de matéria seca máxima, chamado também de maturidade de massa (EGLI, 1998). O estresse salino pode afetar todos os aspectos do metabolismo e da fisiologia das plantas (ZHU, 2002).

Quando a água de irrigação apresenta uma grande concentração de sais, não tendo possibilidade de transportá-los para o sistema de drenagem, o acúmulo destes sais pode ser danoso às espécies que apresentam sensibilidade ao sal, em especial as plantas de lavouras (TAIZ; ZEIGER, 2009). No entanto, os efeitos deletérios da exposição ao cloreto de sódio dependem, ainda, de outros fatores, duração e intensidade do estresse salino, estágio fenológico, espécie, cultivar, manejo cultural e da irrigação, bem como as condições de clima e solo (TESTER; DAVÉNPORT, 2003). Na qualidade fisiológica das sementes a exposição à salinidade geralmente causa decréscimo na porcentagem de germinação, no aumento de plântulas anormais e redução de vigor de plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 1980; KOZLOWSKI; PALLARDY, 1997; SMIDERLE; CÍCERO, 1998; LARCHER, 2000).

Neste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito do estresse salino no vigor e na viabilidade de sementes da cebola (*Allium cepa* L.) submetidas a diferentes concentrações de cloreto de sódio.

2. MATERIAL E METODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia de Sementes e em casa de vegetação pertencentes ao Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas, no período de agosto de 2010 a dezembro de 2011.

A análise foi conduzida utilizando sementes de cebola dos cultivares Fepagro 27, Madrugada e Petrolina. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (3x5), sendo três cultivares e cinco concentrações salinas, com três repetições.

Para a avaliação da qualidade fisiológica destas sementes foram desenvolvidos os seguintes testes:

Teste de germinação (TG) - As sementes de cebola foram postas em caixas gerbox e papel umedecido com solução de NaCl, 2,5 vezes a massa do papel seco nas concentrações de zero, 40, 80, 120, 160 mM. O teste de germinação foi efetuado com três repetições de quatro subamostras de 50 sementes. As caixas gerbox foram colocadas em germinador e mantidas com temperatura a 20°C, ocorrendo à contagem ao décimo segundo dia após a semeadura, e os dados dos resultados foram expressos em porcentagem, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação (PCG) - foi realizada juntamente com o teste de germinação e a primeira contagem foi executada aos seis dias após a aplicação do teste, conforme as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), e os resultados demonstrados em porcentagem de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) – determinado simultaneamente com o teste de germinação, mediante a contagem diária do número de plântulas normais identificadas, a partir da protrusão da radícula até que o número de plântulas normais permanecesse estável, o cálculo do índice de velocidade de germinação foi efetuado de acordo com Maguire (1962).

Comprimento de raízes e parte aérea das plântulas – Foi realizado juntamente com o teste de germinação e a medição foi feita no décimo segundo dia após a semeadura (NAKAGAWA, 1999). Os comprimentos médios da parte aérea e das raízes das plântulas normais foram obtidos dividindo a soma das medidas tomadas das subamostras pelo número de plântulas normais mensuradas, e os resultados expressos em mm plântula⁻¹.

Massa seca total - Foram demarcadas utilizando as plântulas provenientes do teste de germinação empregadas na definição do comprimento. Cada repetição foi acondicionada em sacos de papel e encaminhada à estufa, com circulação de ar forçada e temperatura mantida a $70 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingir massa constante. Após esfriar em dessecador, a massa seca das plântulas foi determinada em balança de precisão de ± 1 mg (NAKAGAWA, 1999), sendo os resultados expressos em mg plântula⁻¹.

Emergência das plântulas em casa de vegetação - Foram utilizadas três repetições, com quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em bandejas de isopor com 200 células perfuradas, contendo areia lavada como substrato. A irrigação foi realizada logo após a semeadura com as diferentes concentrações de NaCl (zero, 40, 80, 120 e 160 mM). Quando necessário foi usada água destilada na irrigação. Ao final dos 21 dias após a semeadura, foi efetuada a contagem final do número de plantas normais emersas e o resultado expresso em porcentagem (POPINIGIS, 1985).

Índice de velocidade de emergência da plântula – Foi estabelecido em conjunto com o teste de emergência, sendo a contagem do número de plântulas emersas efetuado diariamente até a estabilização. O resultado foi calculado de acordo com Maguire (1962) utilizando a seguinte fórmula: $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$, onde: E1, E2, En = número de sementes emergidas, computadas na primeira contagem, na segunda e última contagem. N1, N2, Nn = número de dias de semeadura a primeira, segunda e última contagem.

Condutividade elétrica - Realizada conforme metodologia descrita por Krzyzanowski et al. (1991), sendo utilizadas três repetições com quatro sub amostras de 50 sementes por tratamento. As sementes foram previamente pesadas e embebidas por uma hora nas soluções com zero, 40, 80, 120, 160 mM de NaCl, logo após lavadas com água destilada, colocadas em um béquer com 80 mL de água deionizada e mantidas em germinador com temperatura constante de 20°C. A condutividade elétrica foi medida em $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ no condutivímetro de bancada Digimed CD-21, nos períodos de 3, 6 e 24 horas e os resultados expressos em $\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de sementes.

Delineamento experimental - O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3x5), constituído por três cultivares e cinco concentrações de NaCl (0; 40; 80; 120 e 160 mM), com três repetições. Os dados relativos às variáveis mensuradas foram submetidos à análise de variância pelo teste F e conseqüentemente efetuada análise de regressão polinomial de probabilidade. A análise estatística foi feita através do “Sistema de Análise Estatística para Windows– WinStat” Versão 2.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de cultivares de cebola submetidas às concentrações de zero, 40, 80, 120 e 160 mM de NaCl mostraram potencial germinativo afetado de acordo com o incremento da concentração de NaCl, mostrando a interação entre a cultivar e a concentração de NaCl significativa (Figura 1A). A cultivar Fepagro 27 e Petroline apresentaram maior porcentagem de germinação em todas as concentrações de sal utilizadas, em relação à Madrugada, demonstrando que ambos apresentam tolerância ao estresse salino. Em decorrência desta elevada porcentagem de germinação, estas cultivares apresentam queda acentuada da primeira contagem de germinação (Figura 1B) em relação à Madrugada, o mesmo pode ser observado para o índice de velocidade de germinação (Figura 1C). Resultados semelhantes foram encontrados em sementes de pepino por Carvalho et al. (2011) e em sementes de gliricidia por Farias et al. (2009), onde também ocorre decréscimo da germinação de acordo com o acréscimo de NaCl. Este efeito deletério pode ser referente à elevada concentração de solutos na solução, provocando um déficit hídrico pela redução do potencial osmótico e ação de alguns íons, decorrente dos elevados teores de Na^+ e Cl^- , e da alterada relação K^+/Na^+ e outros nutrientes (WILLADINO et al., 2010).

O efeito da salinidade promoveu o decréscimo na primeira contagem de germinação (PPG) nas três cultivares de cebola conforme o aumento das concentrações NaCl (Figura 1B), ocorrendo decréscimo na cultivar Madrugada, mostrando ser mais sensível a exposição ao sal do que as outras cultivares. Também, as cultivares Fepagro 27 e Petrolini tiveram queda desde a primeira concentração salina podendo ser observada visualmente no seu desenvolvimento sendo mais severamente afetadas a partir da concentração de 80 mM de NaCl. Resultados semelhantes foram obtidos com sementes de pepino por Torres et al. (2000) que também descreveram a redução na primeira contagem por meio do acréscimo de sal. A primeira contagem de germinação é um método eficiente para a predição do vigor e diferenciação do nível de tolerância das cultivares de feijão ao estresse salino (DANTAS et al., 2007).

O índice de velocidade de germinação (IVG) apresentou significância na interação cultivar e NaCl, como pode ser observado na Figura 1C, a queda de acordo com o incremento de NaCl, sendo mais drástico na concentração de 160 mM de NaCl.

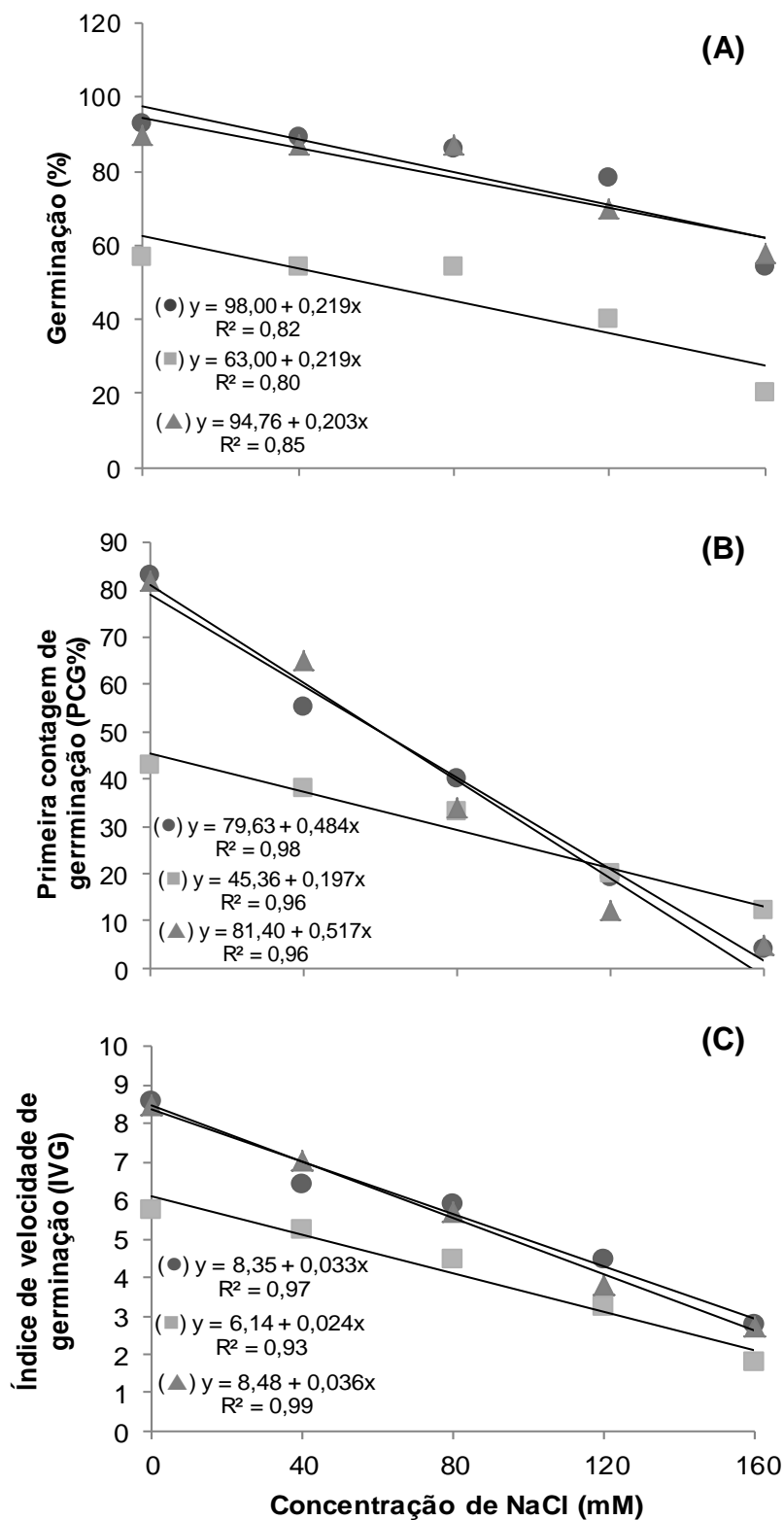


Figura 1 – Porcentagem de germinação (A), primeira contagem de germinação (B) e índice de velocidade de germinação (C) de sementes de cebola das cultivares Fepagro 27 (●), Madrugada (■) e Petrolina (▲) em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 40; 80; 120 e 160 mM). UFPel, Pelotas RS, 2012.

O IVG em sementes de sorgo forrageiro apresenta maior queda a partir de 75 mM de NaCl (OLIVEIRA; GOMES-FILHO, 2009). O índice de velocidade de germinação depende do potencial osmótico, sendo maior a velocidade de germinação no controle, à medida que o potencial osmótico fica mais negativo, as sementes precisam dum tempo maior para embeber e germinar, indicando menor velocidade de germinação (FARIAS et al., 2009).

Viana et al. (2001) avaliando o efeito dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação sobre a germinação e formação de mudas de alface, observou em todas as variáveis estudadas o efeito negativo da salinidade, tanto na germinação quanto em fase de muda. O incremento da concentração de NaCl na água de irrigação diminui o vigor e afeta a germinação de sementes de maxixe (GUIMARÃES et al., 2008)

A redução da absorção de água pelas sementes e a passagem de íons em quantidade suficiente para se tornarem tóxicos, especialmente o Na^+ e o Cl^- , são mencionadas como as principais causas da redução da velocidade dos processos bioquímicos e fisiológicos (TOBE et al., 2000; FLOWERS, 2004). A alta salinidade também retarda o metabolismo e o transporte de reservas para o embrião, prejudicando seu desenvolvimento (BEWLEY; BLACK, 1994).

De forma geral, qualquer planta tem seu desenvolvimento normal prejudicado pela presença de elevadas concentrações de sais no solo ou na água de irrigação. O que diferencia é que algumas espécies têm tolerância a níveis maiores de salinidade, enquanto outras são mais sensíveis (BARRETO, 2010).

Os comprimentos da parte aérea (Figura 2A) e da raiz (Figura 2B) oriundo do teste de germinação tiveram respostas semelhantes, tendo diminuição do comprimento de ambas às partes de acordo com o aumento da concentração de cloreto de sódio, ilustrado na Figura 3. O comprimento de parte aérea da cultivar Petroline foi representado por um reta decrescente de acordo com o aumento da concentração de sal, enquanto as cultivares Fepagro 27 e Madrugada tiveram o comprimento da parte aérea prejudicados a partir da concentração de 121 mM e 29,11 mM, respectivamente, demonstrando para esta característica que a Fepagro 27 foi menos afetada pelas baixas concentrações salinas. Também, em melão ocorre redução no crescimento da parte aérea e raiz conforme aumenta a concentração de sal (FREITAS et al., 2006).

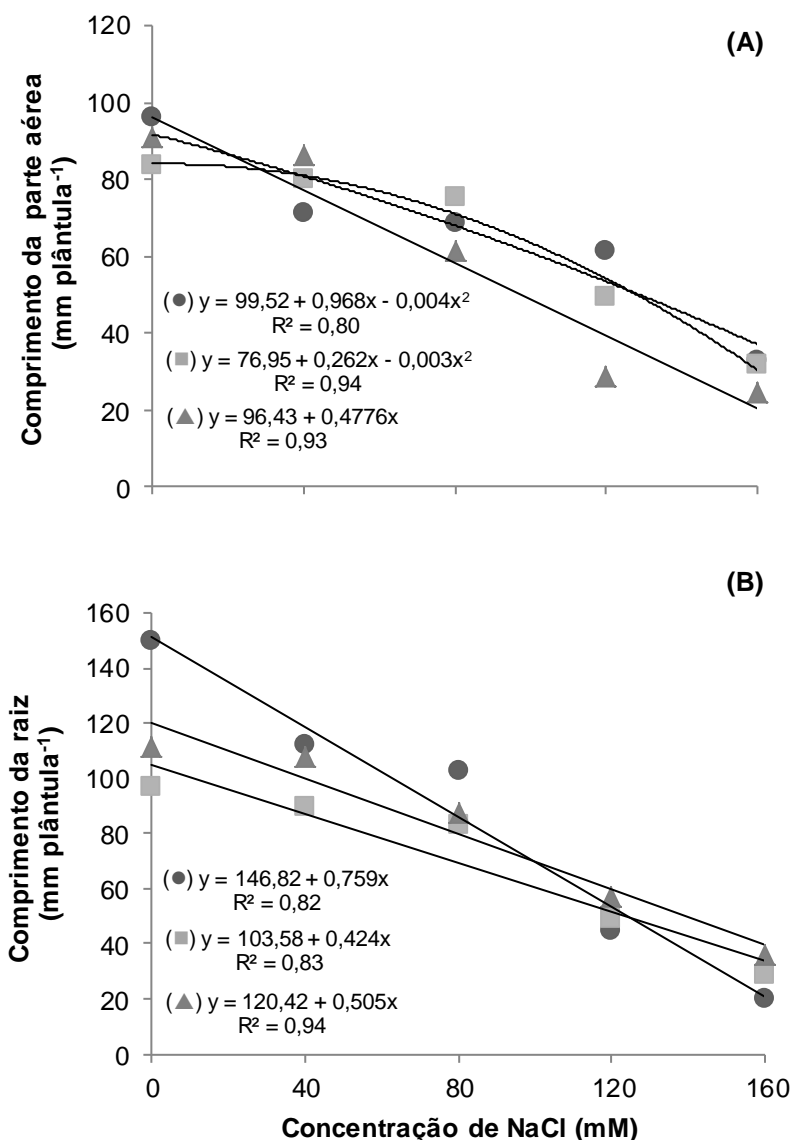


Figura 2 – Comprimento da parte aérea (A), comprimento de raiz (B) proveniente do teste de germinação de sementes de cebola das cultivares Fepagro 27 (●●), Madrugada (■■) e Petrolina (▲▲) em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 40; 80; 120 e 160 mM). UFPel, Pelotas RS, 2012.

Com o aumento da salinidade, a germinação e o desenvolvimento das plântulas é comprometido diretamente, à medida que as sementes absorvem água com sais de alta solubilidade, estes se tornam tóxicos e por conseqüência ocasionam distúrbios fisiológicos, redução de potencial hídrico e decréscimo no potencial de germinação, podendo originar plântulas com menor porte (CARVALHO; KAZAMA, 2011). O significativo decréscimo no crescimento é um efeito imediato do estresse salino, seguindo uma recuperação gradual até atingir nova taxa de crescimento, geralmente inferior àquela existente antes da indução do estresse.

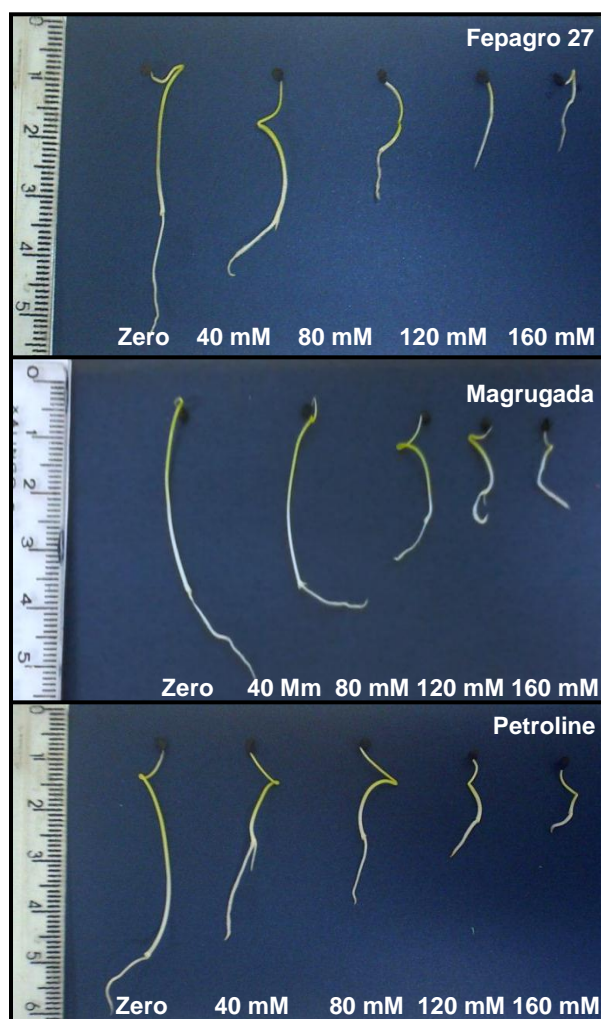


Figura 3 – Plântulas de cebola provenientes do teste de germinação submetidas a diferentes concentrações de cloreto de sódio - UFPel, Pelotas/RS, 2012.

A massa seca total decresceu com incremento de sais (Figura 4), principalmente nas concentrações de 80 mM, 120 mM e 160 mM de NaCl. A cultivar Petrolina foi mais tolerante ao estresse salino por apresentar um decréscimo no acúmulo de massa seca, apenas nas concentrações superiores a 58,83 mM de NaCl podendo atingir 62,83 mg de acúmulo de massa seca, enquanto a cultivar Madrugada teve o maior acúmulo de massa seca de 19,48 mg na concentração de 35,5 mM.

Os prejuízos causados pelo estresse salino representados na matéria seca mostram que a salinidade, além de diminuir a produção de biomassa, também pode alterar a partição de fotoassimilados nas diferentes partes das plantas (SILVA, 2003). Essas diferenças na partição de fotoassimilados podem contribuir para a aclimatação das plantas ao estresse salino, compensando a redução na área foliar

destinada à assimilação de carbono, como, também, os aumentos no gasto metabólico, na interação fonte/dreno, necessário para o ajustamento da planta dependendo do nível do estresse (MUNNS, 2002; AQUINO, 2005). Um alto nível salino diminui a taxa de assimilação metabólica, a atividade de enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese, minimizando a obtenção de energia para o crescimento e diferenciação das células em tecidos, ocorrendo conseqüentemente a redução do alongamento do eixo embrionário e a produção de massa seca (SHANNON et al., 1998; TAIZ; ZEIGER, 2009).

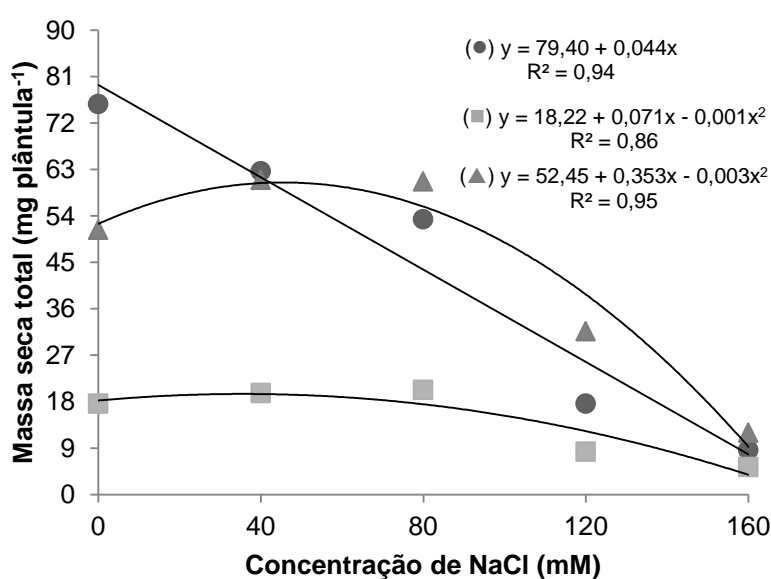


Figura 4 – Massa seca total proveniente do teste de germinação de sementes de cebola das cultivares Fepagro 27 (●●), Madrugada (■■) e Petrolina (▲▲) em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 40; 80; 120 e 160 mM). UFPel, Pelotas RS, 2012.

Os resultados da condutividade elétrica não houve ajustamento da reta pela análise de regressão polinomial, porém ocorrendo diferença significativa pelo teste F da análise de variância, o que pode ser verificado numericamente nas cultivares Fepagro 27 e Madrugada com menores perdas de lixiviados do que na cultivar Petrolina. Em geral, a perda de lixiviados foi crescente com o aumento da concentração de sal e tempo de embebição (Tabela 1). Há observou que há incremento de lixiviados conforme o aumento do tempo de embebição das sementes de cebola (MOURA et al., 2010), da mesma forma ocorre com as sementes de branquilha (SANTOS; PAULA, 2005), demonstrando a perda da viabilidade e a sensibilidade das sementes de cebola as concentrações de cloreto de sódio.

Tabela 1- Condutividade elétrica, com três, seis e 24 horas de embebição, das cultivares de cebola Fepagro 27, Madrugada e Petrolina em diferentes concentrações de NaCl. UFPel, Pelotas/RS, 2012.

Condutividade elétrica (mS cm⁻¹g⁻¹ de semente)			
Concentração de NaCl (mM)	3 horas		
	FEPAGRO 27	MADRUGADA	PETROLINE
Zero	0,74 Ab	0,95 Aa	0,90 Aa
40	0,80 Ab	0,87 Aa	0,96 Aa
80	0,68 Bb	0,85 Aba	0,91 Aa
120	1,08 Aa	0,98 Aa	1,14 Aa
160	0,93 Aab	1,06 Aa	1,08 Aa
C.V (%)	11,66		

Concentração de NaCl (mM)	6 horas		
	FEPAGRO 27	MADRUGADA	PETROLINE
Zero	1,45 Ab	1,60 Aab	1,61 Ac
40	1,47 Bb	1,60 ABab	1,73 Aabc
80	1,40 Bb	1,49 ABb	1,67 Abc
120	1,80 Aa	1,72 Aa	1,89 Aa
160	1,60 Bb	1,74 ABa	1,87 Aab
C.V (%)	5,69		

Concentração de NaCl (mM)	24 horas		
	FEPAGRO 27	MADRUGADA	PETROLINE
Zero	4,77 Aab	4,65 Aab	4,71 Aa
40	4,96 Aa	4,86 Aa	4,59 Aa
80	4,38 Ab	4,28 Ab	4,34 Aa
120	5,01 Aa	4,65 Aab	4,76 Aa
160	4,91 Aa	4,79 Aa	4,76 Aa
C.V (%)	3,87		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula indicando linhas e minúscula indicando coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O aumento da condutividade elétrica em sementes de tomate, corresponde à queda nos níveis de emergência das plântulas (vigor da semente), ressaltando que a ocorrência da maior lixiviação dos solutos indica a menor qualidade fisiológica das sementes (MARTINS et al., 2006).

A quantidade de lixiviados medidos na solução de embebição das sementes é representada no valor da condutividade elétrica, e relaciona-se com a integridade das membranas celulares (MARCOS FILHO et al., 1987). Todas as sementes lixiviam solutos, até mesmo as que possuem sistemas de membrana intacta, mas a quantidade de solutos decresce com o tempo de embebição, atingindo um equilíbrio

(ROSA et al, 2000). Assim, as membranas celulares mais íntegras ou com maior capacidade de restabelecer sua integridade, durante a embebição, liberam menos lixiviados para o meio (BEWLEY; BLACK , 1994; VIEIRA et al., 1999).

A maior porcentagem de emergência foi encontrada na concentração de 80 mM nas cultivares Fepagro 27 e Petrolina e a cultivar Madrugada apresentou maior porcentagem de germinação na concentração 40 mM (Tabela 2). Estes resultados são semelhantes aos de Bertagnolli et al. (2004), onde as sementes de soja apresentaram maior porcentagem de emergência em 50 mM, sendo maior que o controle e que a concentração de 100 mM de NaCl, indicando que os baixos índices de emergência se devem a um baixo vigor das sementes, submetidas ao estresse salino, acarretando um decréscimo paulatino a medida que aumenta a concentração de cloreto de sódio (KLAFKE, 2008).

O índice de velocidade de emergência foi também reduzido com a presença de cloreto de sódio, ocorrendo diminuição na emergência das cultivares induzidas pelo sal, sendo a cultivar Madrugada mais sensível a salinidade (Tabela 2).

A redução no crescimento causado pelo estresse salino pode ser devido ao gasto energético necessário para a síntese de compostos orgânicos osmoticamente ativos (LOPES, 2009), a menor disponibilidade de água ou acúmulo excessivo de íons (Na^+ e Cl^-), afetando assim os processos fisiológicos, como a taxa de assimilação de CO_2 (NAVARRO et al., 2007) e o equilíbrio nutricional (FERNANDES et al., 2003).

A massa seca total proveniente da emergência teve diferenças significativas entre as cultivares (Tabela 2), mostrando maior sensibilidade ao sal da cultivar Madrugada. A redução na produção de massa seca total faz parte dos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais, decorrentes do acúmulo de sais na planta principalmente na zona radicular (LACERDA et al., 2006).

O efeito salino sobre os comprimentos da parte aérea e das raízes das plântulas provenientes da emergência (Tabela 2) não houve ajustamento significativo por regressão polinomial, podendo ser verificado numericamente em todas as cultivares que o crescimento diminuiu com o acréscimo de NaCl. A cultivar Petrolina foi superior as outras cultivares em resposta as concentrações de NaCl. Isto ocorreu, possivelmente, devido aos danos nas funções fisiológicas e bioquímicas da planta, uma vez que as diferenças entre a toxicidade das soluções

salinas produzem variações iônicas que interferem na absorção, assimilação e transporte de nutrientes (ALMEIDA et al., 2011).

Tabela 2- Emergência (%) de plântulas em casa de vegetação, índice de velocidade de emergência de plântula (IVE), massa seca total e comprimento de parte aérea e raiz oriunda da emergência das cultivares de cebola Fepagro 27, Madrugada e Petrolina em diferentes concentração de NaCl. UFPel, Pelotas/RS, 2012.

Concentração de NaCl (mM)	Emergência (%)		
	FEPAGRO 27	MADRUGADA	PETROLINE
Zero	32,50 Ab	3,00 Bb	31,50 Ab
40	36,25 Aab	26,25 Ba	37,25 Aab
80	40,31 Aa	2,00 Bb	40,75 Aa
120	35,93 Aab	4,75 Bb	34,00 Aab
160	32,00 Ab	9,25 Bb	32,25 Ab
C.V (%)	13,72		
Concentração de NaCl (mM)	Índice de velocidade de emergência (IVE)		
	FEPAGRO 27	MADRUGADA	PETROLINE
Zero	13,34 Ba	1,48 Cb	18,35 Ab
40	16,16 Ba	13,51 Ba	24,24 Aa
80	13,34 Ba	2,02 Cb	22,62 Aab
120	8,52 Ab	2,00 Bb	10,58 Ac
160	8,55 Ab	2,95 Bb	8,91 Ac
C.V (%)	16,41		
Concentração de NaCl (mM)	Massa seca total (mg plântula ⁻¹)		
	FEPAGRO 27	MADRUGADA	PETROLINE
Zero	30,88 Aba	3,83 Bb	37,36 Aa
40	30,83 Ba	72,76 Aa	57,08 ABa
80	25,81 ABa	1,95 Bb	52,96 Aa
120	22,01 ABa	6,81 Bb	46,71 Aa
160	31,10 ABa	14,75 Bb	44,58 Aa
C.V (%)	42,34		
Concentração de NaCl (mM)	Comprimento da parte aérea (mm plântula ⁻¹)		
	FEPAGRO 27	MADRUGADA	PETROLINE
Zero	121,83 Ba	18,00 Cb	192,08 Aa
40	122,05 Ba	121,41 Ba	196,00 Aa
80	122,83 Ba	14,44 Cb	204,58 Aa
120	132,51 Ba	46,75 Cb	177,58 Aa
160	144,08 Aa	103,08 Ba	171,83 Aa
C.V (%)	12,82		
Concentração de NaCl (mM)	Comprimento da raiz (mm plântula ⁻¹)		
	FEPAGRO 27	MADRUGADA	PETROLINE
Zero	97,66 Aa	19,05 Bc	122,66 Aab
40	94,73 Ba	149,58 Aa	143,33 Aa
80	85,40 Ba	4,50 Cc	123,58 Aab
120	89,20 Aa	26,66 Bc	116,58 Aab
160	90,13 Aa	83,75 Ab	107,50 Aab
C.V (%)	16,08		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula indicando linhas e minúscula indicando coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÃO

As altas concentrações de cloreto de sódio têm efeito negativo na qualidade fisiológica das sementes de cebola, pois proporcionam menores taxas de crescimento de acordo com o acréscimo de NaCl, sendo mais evidente a partir da concentração de 80 mM, afetando a viabilidade e vigor das sementes de cebola. As cultivares Fepagro 27 e Petrolina são mais tolerantes ao estresse salino e a cultivar Madrugada mais sensível ao sal.

CAPÍTULO 2

ATIVIDADE DA α -AMILASE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE CEBOLA SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES SALINAS

Activity of α -amylase and chemical composition of onion seeds and seedlings under different concentrations salt.

RESUMO - A salinidade é uma das características físicas determinantes do meio ambiente, definindo o sucesso ou o fracasso do estabelecimento das plantas, podendo modificar ou afetar a composição química das sementes, inibindo ou dificultando a germinação que depende, principalmente, das substâncias de reserva. Portanto, o ensaio teve como objetivo principal verificar a atividade da enzima α -amilase e a composição química de sementes e plântulas de cebola submetidas a concentrações de cloreto de sódio. Sementes de cebola das cultivares Fepagro 27, Madrugada e Petrolina foram submetidas às concentrações de zero; 40; 80; 120 e 160 mM de cloreto de sódio (NaCl). Os teores de proteínas solúveis totais, açúcares solúveis totais, amido e a determinação da atividade da enzima α -amilase foram quantificados. O efeito do estresse salino nas proteínas solúveis totais foi prejudicial, havendo diferenças significativas entre as cultivares. O teor de açúcares solúveis totais e a atividade da α -amilase foram reduzidos na presença de sal nas cultivares Madrugada e Petrolina, minimizando sua atividade e, normalmente, influenciando o teor de amido que aumentou por não ser degradado. Entretanto, a cultivar Fepagro

27 o resultado foi oposto. Tendo em vista que sem a quebra do amido não ocorre à conversão deste em açúcar, conseqüentemente, prejudicando o crescimento do embrião.

Palavras-chave: *Allium cepa* L., amido, açúcares solúveis totais, proteínas solúveis totais.

ABSTRACT- The salinity is a physical factor determinant into the soil medium, defining the success or failure for establishment of plants, and may modify or affect the chemical composition of seeds, inhibit or difficult the germination that depend meanly on store substances. Therefore, the assay had as objective verified the α -amilase activity and chemical composition of seeds and seedlings of onion (*Allium cepa* L.) seeds under several sodium chloride concentrations. Seeds of the cultivars Fepagro 27, Madrugada and Petrolina were treated with concentrations of 0; 40; 80; 120 and 160 mM sodium chloride (NaCl). The amounts of total soluble protein, total soluble sugars, starch and determination of α -amilase activity were quantified. The effect of salt stress on total soluble protein was damage with significant differences among cultivars. The concentration of total soluble sugars and α -amilase activity were reduced by salinity, the α -amilase activity also was reduced on cultivars Madrugada and Petrolina, minimizing its activity and affecting the starch quantity that increased because starch did not break, but contrary results was obtained on cultivar Fepagro 27. Thus, without starch break don't come the change from starch to sugars, consequently, affecting embryo growth.

Key-words: *Allium cepa* L., Starch, total soluble sugars, total soluble protein.

1. INTRODUÇÃO

A salinidade é um dos principais fatores de estresse abiótico, atingindo diversos aspectos da fisiologia e bioquímica das plantas, minimizando significativamente seus rendimentos. Altas concentrações exógenas de sal afetam a germinação das sementes, causando déficit hídrico e desequilíbrio iônico nas células, tendo como resultado o estresse osmótico e a toxicidade (KHAN; PANDA,

2008). A salinidade é um dos parâmetros físicos determinantes do meio ambiente, sendo definido o sucesso ou o fracasso do estabelecimento das plantas (DKHIL; DENDEN, 2010). O sal também pode modificar ou afetar a composição química das sementes, inibindo ou dificultando a germinação que depende principalmente das substâncias de reserva (SILVA et al., 2008).

A composição química das sementes é definida geneticamente, podendo ter influência das condições ambientais e tratos culturais a que foi submetida a planta genitora. As sementes têm composição química bastante variável e caracterizada por possuir dois grupos de componentes químicos: os que ocorrem normalmente como constituintes em todos os tecidos da planta e aqueles que são materiais de reserva. Estes componentes são provenientes da translocação de elementos anteriormente acumulados em outras partes da planta ou através da fotossíntese, durante a formação e desenvolvimento da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O conhecimento da composição química é de interesse prático da tecnologia de sementes, pois tanto o vigor como o potencial de armazenamento de sementes sofre influência do teor das substâncias protéicas, lipídicas, açúcares e amido presentes (MARTINS, 2007).

O amido é hidrolisado no endosperma da semente pela α -amilase, causando a produção de maltose que é um substrato solúvel, disponível para o desenvolvimento do embrião. A α -amilase é uma das enzimas hidrolítica mais proeminentes na semente, o qual tem sua síntese “de novo” induzida pela giberelina na camada de aleurona, cerca de um dia após a embebição (BEWLEY; BLACK, 1978).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo verificar a atividade da enzima α -amilase e a composição química de sementes da cebola (*Allium cepa* L.) submetidas a concentrações de cloreto de sódio.

2. MATERIAL E METODOS

Determinação da atividade da enzima α -amilase - foi determinada conforme a metodologia descrita pela AOAC (1965), com algumas modificações. As extrações foram realizadas em sementes de cebola obtidas do teste de germinação, nos tempos zero, seis e no décimo segundo dia após a semeadura (DAS) onde 500

mg de sementes (tempo zero) e plântulas (seis e décimo segundo dia) foram maceradas em almofariz, utilizando 20 mL do tampão acetato de potássio 0,1 N (pH 5,0) e centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi retirado e transferido para tubos de ensaio e colocados em banho maria a 70°C por 20 minutos. A seguir, em um novo tubo de ensaio foram adicionados 0,1 mL de extrato, 0,9 mL de solução tampão (sódio acetado e pH 5,0), 1 mL de solução de amido (100 mg de amido solúvel + 100 ml de água destilada) e 1 mL de I₂+KI (83 mg de KI + 65 mg de I₂ + 100ml de HCL 0,05N). A leitura foi executada em espectrofotômetro a 620 nm e os resultados expressos em µg de amido hidrolisado min⁻¹ g⁻¹ MF.

Teor de proteínas solúveis totais – foi quantificado conforme a metodologia descrita por Bradford (1976), com algumas modificações. Amostras com 250 mg de sementes foram secas e moídas. A extração foi realizada utilizando 20 ml de KH₂PO₄ (8,70g de KH₂PO₄ + 1L de água destilada com pH 6,8) com posterior agitação e centrifugação por 10 minutos a 3000 rpm. Após a coleta do sobrenadante, em um novo tubo de ensaio foram adicionados uma alíquota de 1 mL do extrato e 5 mL do reagente de cor (Comassie Blue). As proteínas solúveis totais foram determinadas espectrofotometricamente com comprimento de onda de 595 nm e os resultados expressos em µg g⁻¹ de semente.

Teor de açúcares solúveis totais - foi determinado conforme o método da Antrona descrito por Clegg (1956), com algumas modificações, sendo quantificado em 250 mg de sementes secas e moídas, homogeneizadas em 20 mL de etanol (85%), com posterior centrifugação por 10 minutos a 3000 rpm. A seguir, em um novo tubo de ensaio foram adicionados 0,1 mL de extrato, 0,9 mL de água destilada, 3ml de antrona (0,1 g de antrona + 100 ml de H₂SO₄ concentrado). Os açúcares solúveis totais foram medidos por meio da leitura das amostras em espectrofotômetro no comprimento de onda de 620 nm. Os resultados foram expressos em µg g⁻¹ de semente.

Teor de amido – foi quantificado conforme a metodologia descrita por McCready et al. (1950), com algumas modificações, usando 250 mg de sementes secas e moídas, homogeneizadas com 20 mL de H₂SO₄ a 0,2 N, com posterior agitação e centrifugação por 10 minutos a 3000 rpm, após este período as amostras

foram deixadas por duas horas em banho-maria fervente (100°C), sendo, em seguida, coletado o sobrenadante e descartado o resíduo. A seguir, em um novo tubo de ensaio foram adicionados 0,1 mL de extrato, 0,9 mL de água destilada, 3 mL de antrona. A quantificação do amido foi feita pela reação com Antrona e a leitura das amostras, em espectrofotômetro no comprimento de onda de 620 nm. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g g}^{-1}$ de semente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de proteínas solúveis totais foi afetado pelo estresse salino, apresentando diferença significativa entre cultivares e concentrações (Tabela 1). A cultivar Madrugada apresentou menor teor de proteínas solúveis totais que as outras cultivares em todas as concentrações salinas. Diversos trabalhos realizados por outros pesquisadores afirmam que a proteína está ligada a qualidade fisiológica, pois durante o processo de deterioração da semente ocorre o decréscimo de proteínas (HENNING, 2010).

A capacidade do embrião em sintetizar novas proteínas no processo de germinação é diminuída quando o nível de hidratação decresce, assim os tecidos não crescem e o modelo de síntese de proteínas e ácidos nucleicos muda significativamente (DELL' ÁQUILA; SPADA, 1992). Também, a solubilidade das proteínas é consequência, entre outros fatores da interação polar com o solvente, interações iônicas com o sal presente na solução e de forças eletrostáticas de repulsão (NEVES, 2001).

As reservas de carboidratos, lipídios e proteínas contidas nas sementes são usadas pelo embrião como fonte energética e de substrato para estruturas celulares, dependendo da espécie a utilização de amido ou de açúcares solúveis é variável, podendo ser durante a germinação ou no estágio de plântula (PONTES, 2002).

O teor de açúcar solúvel total decresceu com o aumento da concentração de NaCl, principalmente nas cultivares Petrolina e Fepagro 27 e maior teor de açúcares solúveis totais na cultivar Madrugada (Tabela 1), sendo mais evidente nas concentrações controle e 160 mM de sal. A diminuição dos açúcares solúveis pode estar ligada com a exsudação destes para o meio durante a fase inicial da embebição, uma vez que o aumento da mobilização de reservas ocorre após a protrusão da radícula e/ou desenvolvimento de mudas (PONTES, 2002). Como

ocorreu com sementes de *Pinus taeda*, os carboidratos solúveis no megagametófito e no eixo embrionário decresceram durante a germinação, vindo a aumentar durante o crescimento da muda (STONE; GIFFORD, 1999).

Tabela 1- Teor de proteína solúvel total e teor de açúcar solúvel total das cultivares de cebola Fepagro 27, Madrugada e Petroline em diferentes concentração de NaCl

Concentração de NaCl (mM)	Teor de proteína solúvel total ($\mu\text{g g}^{-1}$ de semente)		
	FEPAGRO 27	MADRUGADA	PETROLINE
Zero	35,55 Bbc	37,08 Ba	44,32 Aa
40	34,09 Ac	25,46 Bc	34,72 Ac
80	40,14 Aab	31,66 Bb	38,75 Abc
120	42,79 Aa	31,17 Bb	41,68 Aab
160	41,54 Ab	32,21 Bab	40,84 Aab
C.V (%)	11,99		

Concentração de NaCl (mM)	Teor de açúcar solúvel total ($\mu\text{g g}^{-1}$ de semente)		
	FEPAGRO 27	MADRUGADA	PETROLINE
Zero	97,5 Aa	83,1 ABa	72,6 Bb
40	76,8 Bb	99,9 Aa	75,6 Bb
80	79,8 Bab	90,6 ABa	98,1 Aa
120	72,6 Abc	64,2 Ab	65,4 Ab
160	57,3 Ac	56,4 Bb	72,3 Ab
C.V (%)	20,96		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula indicando linhas e minúscula indicando coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A atividade da α -amilase no tempo zero (Figura 1A) foi incrementada fortemente em todas cultivares, ocorrendo maiores reduções no período de seis dias com exceção na cultivar Fepagro 27 (Figura 1B) e décimo segundo dia (Figura 1C), onde a cultivar Petroline teve uma redução bastante acentuada, de modo que no sexto dia após a sementeira, período em que normalmente a enzima apresenta maior atividade, com altas taxas de degradação de amido (MORAES, 2011), demonstrou o oposto, mantendo-se em queda até o período do décimo segundo dia.

A atividade da α -amilase na semente no tempo zero foi crescente de acordo com o aumento da concentração de sal para as cultivares Fepagro 27 e Madrugada, enquanto na Petroline o máximo foi alcançado com 102,5 mM de sal, aos seis dias após a germinação. Ainda, a atividade da α -amilase seguiu crescente na cultivar Fepagro 27, decaindo nas cultivares Petroline e Madrugada até as concentrações de 36,79 e 108,99 mM de sal, sendo que a Petroline apresentou atividade inferior as demais cultivares em todas as concentrações.

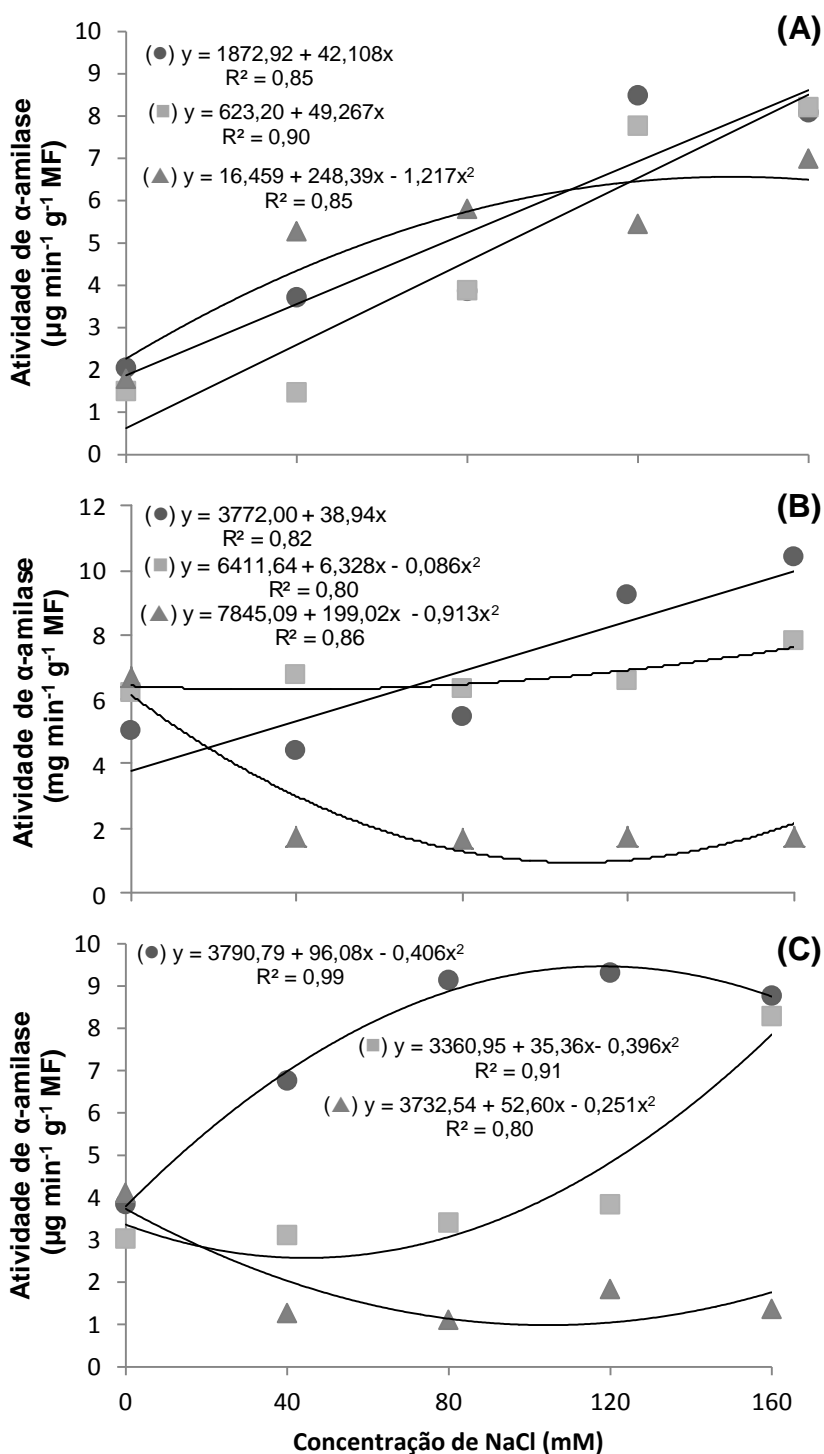


Figura1 – Atividade da α -amilase no tempo de zero dias (A) seis dias (B) e décimo segundo dia (C) de sementes de cebola das cultivares Fepagro 27 (●), Madrugada (■) e Petrolina (▲) em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 40; 80; 120 e 160 mM). UFPel, Pelotas RS, 2012.

No décimo segundo dia a atividade da α -amilase da cultivar Fepagro 27 foi decair na concentração de 118,33 mM de NaCl, para a cultivar Madrugada a atividade da α -amilase tornou a ser crescente a partir da concentração de 49,11 mM

de NaCl, enquanto que na cultivar Petrolina se manteve em declínio até a concentração de 104,78 mM de NaCl.

Os sais podem produzir inibição visível na síntese e/ou atividade de enzimas hidrolíticas necessárias à germinação (CAMPOS; ASSUNÇÃO, 1990) e a α -amilase, sendo uma enzima hidrolítica, é afetada pela salinidade, reduzindo a conversão de amido em açúcares, utilizados no crescimento do embrião (ARTECA, 1995). Entretanto, esta diminuição na atividade da α -amilase pode indicar uma estratégia de sobrevivência ao estresse, pois a capacidade de sobrevivência inclui o mecanismo de resistência ao estresse que compreende o mecanismo de escape, envolvendo redução da atividade metabólica, levando ao estado de dormência, tentando evitar o estresse, ou, o mecanismo de tolerância envolvendo a alta atividade metabólica quando se encontra sob estresse moderado, e baixa atividade metabólica em estresse severo, permitindo a planta suportar o estresse (BRAY et al., 2000; CÂMARA; WILLADINO, 2005).

O teor de amido (Figura 2) apresentou diferença significativa entre as cultivares, tendo decréscimo na cultivar Fepagro 27 e acréscimo nas cultivares Madrugada e Petrolina, ambas permanecendo estáveis em torno de 1,5 e 2 $\mu\text{g g}^{-1}$ de semente. O aumento no teor de amido mantendo-se neste nível durante um período de tempo demonstra um efeito negativo do estresse salino sobre a semente, pois à medida que ocorreu o aumento da concentração de NaCl incrementou o teor do amido, isto deve a redução da atividade da enzima α -amilase (Figura 1).

Na cultivar Fepagro 27 ocorreu um decréscimo no teor de amido de acordo com o aumento da concentração de sal, enquanto nas cultivares Madrugada e Petrolina houve um aumento no teor de amido até as concentrações 88,89 mM e 113 mM de NaCl, respectivamente, estes resultados corroboram com Silva (2008) que também encontrou um aumento do teor de amido de acordo com a salinidade em sementes de trigo, diferente do comportamento da cultivar Fepagro 27 que ocorreu uma redução no teor de amido, devido a alta da atividade da α -amilase (Figura 1).

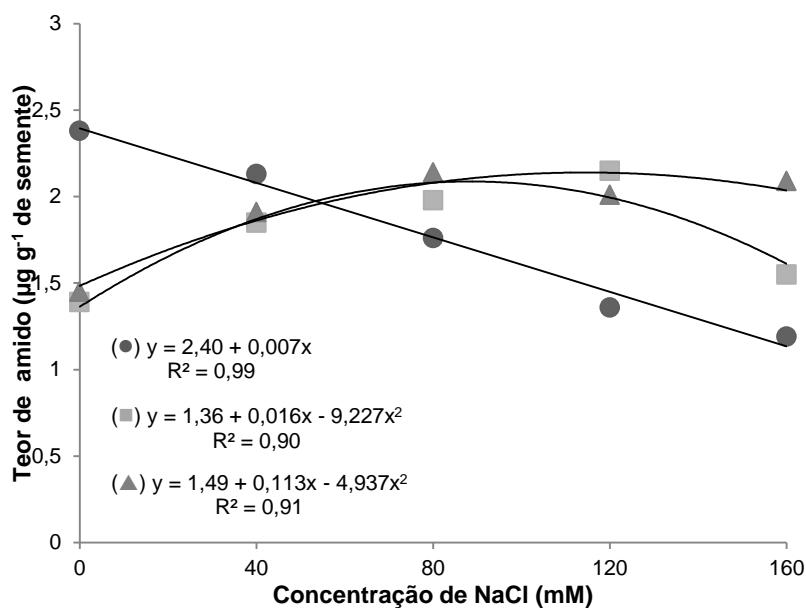


Figura 2 - Teor de amido de sementes de cebola das cultivares Fepagro 27 (●), Madrugada (■) e Petrolina (▲) em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 40; 80; 120 e 160 mM). UFPel, Pelotas RS, 2012.

4. CONCLUSÃO

Em todas as cultivares de cebola testadas, a salinidade reduz o teor de proteínas solúveis totais, o mesmo ocorrendo com o teor de açúcares totais.

A atividade da enzima α -amilase nas cultivares Madrugada e Petrolina diminuí com incremento na concentração de NaCl, ocorrendo o oposto na cultivar Fepagro 27.

Na cultivar Fepagro 27 ocorre diminuição no teor de amido devido à grande atividade da α -amilase, diferentemente das cultivares Madrugada e Petrolina que são mais sensíveis ao sal, tendo um aumento do teor de amido devido à baixa atividade da α -amilase.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas características da qualidade fisiológica de sementes de cebola a cultivar Madrugada é considerada de baixo vigor com apenas 60% de germinação com zero mM de NaCl, sendo por essa razão muito mais sensível as demais concentrações salinas, diferentemente das cultivares Fepagro 27 e Petrolina que tiveram em torno de 90% de germinação, apresentando alto vigor e maior tolerância ao estresse salino. Em relação à composição química, as cultivares Madrugada e Petrolina que tiveram baixa atividade da α -amilase, conseqüentemente baixa quebra do amido, baixa formação de açúcar e proteína, apresentando sensibilidade ao NaCl, enquanto a cultivar Fepagro 27 tem uma estratégia de sobrevivência e capacidade de ativação da α -amilase, promovendo a quebra do amido, ou seja, das reservas para o crescimento e desenvolvimento do embrião, acelerando seu desenvolvimento frente ao estresse salino.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W. S.; BELÉM, F. R. F.; BERTINI, C. H. C. M.; PINHEIRO, M. S.; TEÓFILO, E. M. Identificação de genótipos de feijão-caupi tolerantes a salinidade avaliado por meio de método multivariado. **Ciência Rural**, v. 41, n. 11, 2011.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, **Official methods of analysis**. 10 ed. Washington: Editorial Board. 909 p. 1965.
- AQUINO, A. J. S. Avaliação do crescimento e dos mecanismos de tolerância à salinidade em plantas de sorgo forrageiro irrigadas com águas salinas. 2005. 90f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- ARTECA, R. N. Plant growth substances: Principles and Applications. Pennsylvania State University: Chapman & Hall, 332 p. 1995.
- BARRETO, H. B. F.; FREITAS, R. M. O.; OLIVEIRA, L. A. A.; ARAÚJO, J. A. M.; COSTA, E. M. Efeito da irrigação com água salina na germinação de sementes de sábia (*Mimosa caesalpinifolia Benth*). **Revista Verde**, v. 5, n. 3, p. 125-130, 2010.
- BERTAGNOLLI, C. M.; CUNHA, C. S. M.; MENEZES, S. M. de; MORAES, D. M. de; LOPES, N. F.; ABREU, C. M. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de soja submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira Agrocência**, v. 10, n. 3, p. 287-291, 2004
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: Physiology of Development and Germination. New York and London: Plenum Press, 445 p. 1994.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Development, germination and growth. Berlin: Springer Verlag, v. 1, 306 p. 1978.

BOHNERT, H. J.; NELSON, D. E.; JENSEN, R. G. Adaptations to environmental stresses. **Plant Cell**, Rockville, v. 7, n. 6, p. 1099-1111, 1995.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (baru). *Cerne*, v. 6, n. 1, p. 09-18, 2000.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, n. 1 - 2, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura e reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365 p. 2009.

BRAY, E.A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETILNYK, E. Responses to abiotic stresses. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry & Molecular Biology of Plant**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, p. 1158-1203, 2000.

CÂMARA, T. R.; WILLADINO, L. Compreendendo o estresse abiótico in vitro. In: NOGUEIRA, R.J.M.C. et al. Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife: **MXM Gráfica e Editora**, parte 5, cap. 29, p. 325-335, 2005.

CAMPOS, I. S.; ASSUNÇÃO, M. V. Estresse salino e hídrico na germinação e vigor do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 6, p. 857-862, 1990.

CARVALHO, L. C.; KAZAMA, E. H. Efeito da salinidade de cloreto de potássio (KCl) na germinação de sementes e crescimento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v. 7, n. 13, 2011.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill, 326 p. 1980.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 4 ed. p. 424-588, 2000.

CLEGG, K.M. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v. 3, p. 40-44, 1956.

DANTAS, B.F.; RIBEIRO, I.S.; ARAGÃO, C.A. Germination, initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p.106-110, 2007.

DELL'ÁQUILA, A; SPADA, P. Regulation of protein, synthesis in germinating wheat embryos under polyethylene glycol. **Annals of Botany**, London, v. 69, p. 167-171, 1992.

- DIAS, N. S.; GHEYI, H. N.; DUARTE, S. N. Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais. Piracicaba: **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Depto de Engenharia Rural, 118 p. 2003. (Série Didática 13).
- DKHIL, B. B.; DENDEN, M. Salt stress induced changes in germination, sugars, starch and enzyme of carbohydrate metabolism in *Abelmoschus esculentus* L. (Moench.) seeds. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5 (12), p. 1412-1418, 2010.
- EGLI, D. B. Seed biology and the yield of grain crops. New York: CAB International. 17 p. 1998.
- EMBRAPA. Cultivo da Cebola no Nordeste. 2007. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 22 jan. 2009.
- FAO. Water in agriculture: opportunity untapped. Rome: Food and agriculture Organization of the United Nations, 2006.
- FARIAS, S. G. G.; FREIRE, A. L. O.; SANTOS, D. R. S.; BAKKE, I. A.; SILVA, R. B. Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 152-157, 2009.
- FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G.; CURI, N.; GUIMARÃES, P. T.; PINTO, J. E. B. P. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H. B. K.) sob diferentes níveis de salinidade. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 278-284, 2003.
- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, p. 307-319, 2004.
- FREITAS, R. S.; FILHO, J. A.; FILHO, E. R. M. Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento de plantas de meloeiro. **Revista Verde**, v. 1, n. 2, p. 113-12, 2006.
- GUIMARÃES, P. I.; OLIVEIRA, F. A.; FREITAS, A.V.L; MEDEIROS, M. A; OLIVEIRA, M. K. T. Germinação e vigor de sementes de maxixe irrigado com água salina. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 3, n. 2, p. 50 - 55, 2008.
- HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JUNIOR, E. A. J.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 727 - 734, 2010.
- KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2 ed. 161 p. 2008.
- KHAN, M. H.; PANDA, S. K. Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 30, n. 1, p. 81-89, 2008.

KLAFKE, A. V. Desempenho de sementes nuas e revestidas de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em condições de estresse salino. 2008. 191f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S.G. Responses of woody plants to flooding and salinity. **Tree Physiology Monograph**, Victoria, n. 1, p. 1-29, 1997.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

LACERDA, C.F.; ASSIS JÚNIOR, J. O.; LEMOS FILHO, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES-FILHO, E.; PRISCO, J. T.; BEZERRA, M. A. Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 18, n. 4, p. 455-465, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202006000400003>>. Acesso em: 28 ago. 2011.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa, 531 p. 2000.

LIMA, M. D. B.; BULL, L. T. Produção de cebola em solo salinizado. *Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental*. Campina Grande. v. 12, n. 3, p. 231-235, 2008.

LOPES, T. C.; KLAR, A. E. Influência de diferentes níveis de salinidade sobre aspectos morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus urograndis* L. **Revista Irriga**, v. 14, p. 68-75, 2009.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. Sistema para análise estatística para Windows. WinStat. Versão 2.0. Pelotas: UFPel. 2003.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Dormência de sementes. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, p. 253-289, 2005.

MARCOS FILHO, J; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. Teste de vigor. In: *Avaliação da qualidade das sementes*. Piracicaba, FEALQ, p.149-201, 1987.

MARTINS, C. C; CASTRO, M. M; SENEME AM; NAKAGAWA J. Metodologia para a avaliação do vigor de sementes de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 301-304, 2006

MARTINS, M. T. C. S.; PÔRTO, N. A.; CANUTO, M. F. S.; BRUNO, R. L. A. Composição Química de Sementes de Espécies de *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 621-623, 2007.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. *The germination of seeds*. New York: Pergamon Press, 270 p. 1989.

McCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J.; WENS, H.S. Determination of starch and amylases in vegetables. **Analytical Chemistry**, v. 22, p. 1156-1158, 1950.

MORAES, C. L. Alterações bioquímicas, fisiológicas e ultraestruturais em sementes e plantas de tomate expostas ao chumbo. 2011. 70f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Instituto de Biologia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

MOURA, J. F.; ROSA, R. C. T. da, SILVA, M. O. B. da, GONÇALVES, A. P. dos S. GURGEL, L. M. S. Avaliação da análise de condutividade elétrica em diferentes cultivares de cebola. X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX – UFRPE. 2010.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant and Cell Environment*, v. 25, p. 239-250, 2002.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, p. 2.1-2.24, 1999.

NAVARRO, A.; BAÑON, S.; OLMOS, E; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Effects of sodium chloride on water potential components, hydraulic conductivity, gas exchange and leaf ultrastructure of *Arbutus unedo* plants. **Plant Science**, v.172, p.473-480, 2007.

NEVES, V. A.; LOURENÇO, E. J.; SILVA, M. A. Extração, isolamento e fracionamento da proteína de tremçoço (*Lupinus albus* L.) var. Multolupa. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 12, p. 155-130, 2001.

OLIVEIRA, A. B.; FILHO, E. G. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 31, n. 3, p. 25-34, 2009.

PONTES, C. A.; BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G. E SOARES, C. P. B. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (GARAPA) durante a embebição. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 26, n. 5, p. 593-601, 2002.

POPIGINIS, F. Fisiologia da semente. 2 ed. Brasília: AGIPLAN, 289p. 1985.

RECABARREN, P. E. Situación del mercado de la cebolla 2008/09. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 2009. Disponível em: <<http://www.odepa.gob.cl>>. Acesso em: 27 de julho de 2010.

ROSA, S. D. V. F da.; VON P. É. V. R.; VIEIRA, M. D. G. G. C.; VEIGA, R. D. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 22, nº 1, p.54-63, 2000.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs – Euphobiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 120-126, 2005.

SHANNON, M. C.; RHOADES, J. D.; DRAPES, J. H.; SCARDACI, S. C.; SPYRES, M. D. Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in Califórnia. **Crop Science**, v. 38, n. 2, p. 394-398, 1998.

SILVA, J. V.; LACERDA, C. F.; COSTA, P. H. A.; FILHO, J. E.; GOMES-FILHO, E.; PRISCO, J.T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 99-105, 2003.

SILVA, C. B.; FERREIRA, V. M.; ARAÚJO NETO, J. C.; TAVARES, E.; PEIXOTO, M. G. L.; SILVA, J. V. Germinação e vigor de sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth submetidas aos estresses hídrico e salino. In: WORKSHOP: MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA, 1., Anais. Recife: UFRPE, 2007.

SILVA, M. J. da; SOUZA, J.G. de; BARREIRO NETO, M. Seleção de três cultivares de algodoeiro para tolerância à germinação em condições salinas. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 655-659, 1992.

SILVA, R. N.; DUARTE, G. L.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; PEREIRA, A. L. A. Composição química de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) submetidas a estresse salino na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 215-220, 2008.

SMIDERLE, O. J.; CÍCERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 2, p. 462-469, 1998.

SOUSA, A. B. O.; BEZERRA, M.; FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n. 4, p. 390-394, 2011.

STONE, S. L.; GIFFORD, D. J. Structural and biochemical changes in Loblolly pine (*Pinus taeda*) seeds during germination and early seedling growth. II. Storage triacylglycerols and carbohydrates. **International Journal Plant Science**, v. 160, n. 4, p. 663-671, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, p.760-761, 2009.

TESTER, M.; DAVÉNPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, Oxford, v. 19, n. 5, p. 503-527, 2003.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, v. 85, n. 3, p. 391-6, 2000.

TORRES, S. B.; VIEIRA, E. L.; MARCOS FILHO, J. Efeitos da salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista Brasileira de Sementes, Brasília**, v. 22, n. 2, p. 39-44, 2000.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, cap. 4, p.1- 26, 1999.

VIANA, S. B. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.. Germination and seedling development of lettuce in relation to water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, 2001.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v. 6, n. 11, 2010.

ZABALETA, J.P. Diagnóstico da agricultura familiar em São José do Norte-RS. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 75 p. 1998. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 44).

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Oxford, v. 53, n. 1, p. 247-273, 2002