

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal



Dissertação

**Tolerância à salinidade induzida pelo ácido salicílico em
sementes e plântulas de milho híbrido**

Fernanda Reolon Tonel

Pelotas, 2011.

Fernanda Reolon Tonel

**Tolerância à salinidade induzida pelo ácido salicílico em
sementes e plântulas de milho híbrido**

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

Orientador: Prof. Dr. Dario Munt de Moraes
Co-orientador: Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes
Prof. Dr. Luciano do Amarante

Pelotas, 2011.

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

T664t Tonel, Fernanda Reolon

Tolerância à salinidade induzida pelo ácido salicílico em sementes e plântulas de milho híbrido / Fernanda Reolon Tonel ; orientador Dario Munt de Moraes; co-orientadores Nei Fernandes Lopes e Luciano do Amarante. Pelotas,2011.-41f. - Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Instituto de Biologia . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

1.Zea mays L. 2.Estresse salino 3.Qualidade fisiológica
4.Tratamento I.Moraes, Dario Munt de(orientador) II .Título.

CDD 633.15

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Dario Munt de Moraes

Dr. Daniel Fernandez Franco

Dra. Juliana de Magalhães Bandeira

Dra. Patrícia Marini

Dedico

Ao meu amado marido Luiz Gustavo Tonel

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir essa conquista e por estar ao meu lado em todos os momentos dessa caminhada.

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 de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e auxílio financeiro.

Ao meu orientador, professor Dario Munt de Moraes, pela orientação, confiança e respeito ao longo dessa etapa.

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

À minha família pelo apoio e incentivo.

Ao meu marido Luiz Gustavo Tonel por seu incansável apoio, pelo amor e compreensão, o que me deu força para superar todas as dificuldades.

Aos funcionários Luisa Meireles e Rudinei Teixeira além das estagiárias Ketrin, Mariana e Rosana pelo trabalho e ótima convivência.

A todos os colegas de mestrado que iniciaram juntos essa caminhada e aos amigos que conquistei, com os quais convivi e com quem muito aprendi.

“O que nos distingue são nossos sonhos e o que fazemos para que se realizem”. (*Joseph Epstein*)

RESUMO

TONEL, Fernanda Reolon. **Tolerância à salinidade induzida pelo ácido salicílico em sementes e plântulas de milho híbrido**. 2011. 41f Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

Diferentes compostos fenólicos são formados no metabolismo secundário dos vegetais, entre eles o ácido salicílico que possui função de defesa atuando como agente antioxidante em situações de estresse. Portanto, o objetivo da realização do trabalho foi avaliar a influência do cloreto de sódio (NaCl) em três lotes de sementes de milho híbrido, bem como do ácido salicílico (AS) como redutor dos efeitos da salinidade. Foram utilizados três lotes de sementes de milho para os dois experimentos realizados. No primeiro as sementes foram expostas às concentrações de zero; 30; 90 e 180 mM de NaCl e no segundo, as sementes foram previamente embebidas durante 60 minutos em duas concentrações de ácido salicílico (zero e 1 mM) e em seguida submetidas as concentrações de zero; 30; 90 e 180 mM de NaCl. Para a determinação da viabilidade e vigor das sementes nos dois experimentos os seguintes testes foram conduzidos: teste de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas, massa seca da parte aérea e das raízes, condutividade elétrica, emergência de plântulas em casa de vegetação, índice de velocidade de emergência em casa de vegetação, comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas e massa seca da parte aérea e das raízes das plântulas. Nas condições em que o experimento foi realizado podemos concluir que o ácido salicílico na concentração de 1 mM minimiza o efeito do NaCl quando as concentrações de NaCl não ultrapassam 90 mM. No entanto, tem efeito prejudicial no sistema radicular das plântulas submetidas ao tratamento.

Palavras chave: estresse salino, qualidade fisiológica, *Zea mays* L., tratamento.

ABSTRACT

TONEL, Fernanda Reolon. **Salinity tolerance induced by salicylic acid in seeds and hybrid corn seedlings**. 2011. 41f Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

Several phenolic compounds are formed in plants secondary metabolism, such as salicylic acid which has a defensive function acting as an antioxidant agent under stress conditions. Therefore, the purpose in this research was to evaluate the influence of the sodium chloride (NaCl) in three hybrid corn lots, as well as the salicylic acid (SA), as a reducer of the salinity effects. There have been used three corn seed lots for both of the experiments realized. In the first one, the seeds were exposed to concentrations of zero, 30, 90 and 180 mM of NaCl. In the second one, the seeds were previously soaked for 60 minutes at two concentrations of salicylic acid (zero and 1mM) and soon after that subjected to concentrations of zero, 30, 90 and 180 mM NaCl. In order to determine the viability and vigor of seeds in these two experiments, the following tests were conducted: germination test, germination rate index, shoot and root seeds length, shoot and roots dry mass, electrical conductivity, seedlings growth in greenhouse, growth rate velocity in greenhouse, shoot and root seeds length and shoot and roots of seedlings dry mass. Taking into account the conditions in which the experiment was conducted it is possible to assume that the salicylic acid at concentrations of 1mM attenuates the effects caused by NaCl, when NaCl concentrations do not exceed 90 mM. However, it has a detrimental effect on the seedling root systems that were submitted to this treatment.

Key words: salt stress, physiological quality, *Zea mays L.*, treatment.

APÊNDICES

Apêndice 1A - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável germinação (G) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 1) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 2). Pelotas/RS, 2011.....	37
Apêndice 1B - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável índice de velocidade de germinação (IVG) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 3) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 4). Pelotas/RS, 2011.....	37
Apêndice 1C - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável comprimento da parte aérea da germinação (GCPA) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 5) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 6). Pelotas/RS, 2011.....	37
Apêndice 1D - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável comprimento radicular (GCR) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 7) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 8). Pelotas/RS, 2011.....	38
Apêndice 1E - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável massa seca da parte aérea da germinação (GMSPA) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 9) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 10). Pelotas/RS, 2011.....	38
Apêndice 1F - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável massa seca radicular da germinação (GMSR) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 11) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig.12). Pelotas/RS, 2011.....	38
Apêndice 1G - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável condutividade elétrica com 3h de embebição de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 13A) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 13B). Pelotas/RS, 2011.....	39
Apêndice 1H - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável condutividade elétrica com 6h de embebição de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 13C) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 13D). Pelotas/RS, 2011.....	39

Apêndice 1I - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável condutividade elétrica com 24h de embebição de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 13E) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 13F). Pelotas/RS, 2011.....	39
Apêndice 1J - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável emergência em casa de vegetação (ECV) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 14) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 15). Pelotas/RS, 2011.....	40
Apêndice 1L - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável índice de velocidade de emergência (IVE) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 16) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 17). Pelotas/RS, 2011.....	40
Apêndice 1M - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável comprimento de parte aérea da emergência (ECPA) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 18) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 19). Pelotas/RS, 2011.....	40
Apêndice 1N - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável comprimento radicular da emergência (ECR) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 20) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 21). Pelotas/RS, 2011.....	41
Apêndice 1O - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável massa seca da parte aérea da emergência (EMSPA) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 22) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 23). Pelotas/RS, 2011.....	41
Apêndice 1P - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável massa seca radicular da emergência (EMSR) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 24) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 25). Pelotas/RS, 2011.....	41

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
Tolerância à salinidade induzida pelo ácido salicílico em sementes e plântulas de milho híbrido	
1. Introdução.	11
2. Material e Métodos	15
3. Resultados e discussões.....	19
4. Conclusão.... ..	31
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICES.....	37

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o principal cereal produzido no Brasil sendo uma planta de ciclo anual, pertencente à família Poaceae. Entre suas características fisiológicas destaca-se por apresentar baixo ponto de compensação de CO₂, alta taxa fotossintética e baixo consumo de água para a formação de matéria fresca (AZEVEDO NETO; TABOSA, 2000). Sua produção está centralizada nas regiões sudeste e sul com área total cultivada de 13.288,9 mil hectares com produção estimada para a safra 2010/11 de 55,61 milhões de toneladas (CONAB, 2011).

No entanto, o milho, como as demais plantas estão constantemente expostas a estresses abióticos, dentre eles o estresse salino é um dos que mais comprometem o crescimento e a produtividade das culturas em todo o mundo (VAIDYANATHAN et al., 2003; VEERANAGAMALLIAH et al., 2007; ISLÃ; ARAGUÉS, 2010).

No Brasil, embora não se tenham estudos detalhados quanto ao mapeamento e à identificação de áreas salinizadas, estima-se que 20 a 25% das áreas irrigadas enfrentam problemas causados pela salinidade dos solos, sendo a região Nordeste a mais afetada (FAO, 2005). No Rio Grande do Sul, problemas de salinidade ocorrem nas planícies costeiras cultivadas. Segundo Machado; Terres (1995), cerca de 200.000 ha, nessas regiões, estão sujeitas a apresentar problemas de salinidade, em níveis variados.

Nesse sentido, o excesso de sal muitas vezes decorrente do manejo inadequado do solo e da água, pode levar ao abandono de áreas nobres para a agricultura, por torná-las inviáveis à exploração agrícola, devido às drásticas reduções na produtividade das culturas, podendo causar impactos na agricultura, provocando decréscimo de produtividade que em casos mais severos, pode levar a um colapso da produção agrícola na área irrigada (MARCUM, 2001).

Em ambientes salinos, o cloreto de sódio (NaCl) é o sal predominante e é, também, aquele que causa maiores danos às plantas. O estresse causado por esse tipo de sal pode prejudicar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas como resultado de distúrbios nas relações hídricas e alterações na absorção e na utilização

de nutrientes essenciais para as plantas (AMORIM et al., 2010). Quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais, especialmente o NO_3^- , K^+ e Ca^{2+} , é reduzida (GRATTAN; LAMENTA, 1994). Além disso, a disponibilidade de nutrientes para as plantas, em ambientes salinos, é afetada por muitos fatores envolvendo o sistema solo - planta no ambiente. Como por exemplo, o pH do solo que influencia na disponibilidade de nutrientes, enquanto a concentração e as relações entre eles podem influenciar a absorção e o transporte de um nutriente e afetar, indiretamente, a absorção e a translocação de outros (LARCHER, 2000).

Da mesma forma que, o excesso de Na^+ e, em especial de Cl no protoplasma ocasionam distúrbios em relação ao balanço iônico, além dos efeitos específicos desses íons sobre as enzimas e membranas celulares (FLORES, 1990).

A maioria das espécies cultiváveis evoluiu, sob condições de baixa salinidade do solo, portanto os mecanismos desenvolvidos para absorver, transportar e utilizar os nutrientes minerais presentes em substratos não salinos, podem não ser eficazes em condições mais elevadas de sais. Dentre os processos fisiológicos afetados pela salinidade se destaca a fotossíntese, que pode ser inibida pelo acúmulo de íons Na^+ e/ou Cl^- nos cloroplastos, os quais afetam os processos bioquímicos e fotoquímicos envolvidos na fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Além disso, o acúmulo de sais no solo durante o período de desenvolvimento da semente pode influenciar, indiretamente, sua composição química (AYERS; WESTCOT, 1991), embora definida, geneticamente, para cada espécie, a composição química da semente pode sofrer modificações, impostas pelas condições ambientais durante o período de desenvolvimento, o que leva a diminuição do vigor afetando a plântula originária.

A fertilidade do solo influencia diretamente na composição química das plantas e sementes, sendo que os nutrientes formados e armazenados na mesma irão suprir os elementos necessários ao estabelecimento da plântula, em seus estágios iniciais de desenvolvimento.

Algumas plantas podem resistir mais as perdas de vigor causadas por essas condições de estresse. A resistência à salinidade é descrita como a capacidade das plantas em evitar, por meio de uma regulação salina, que excessivas quantidades de sal provenientes do substrato alcancem o protoplasma, e também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais.

Assim, apesar dos vegetais não apresentarem defesas, através de movimentos ágeis, sabe-se que podem ocorrer adaptações e profundas alterações no metabolismo celular, entre elas a síntese de proteínas de defesas, expressa por genes específicos, ativados através de mecanismos complexos (BUSAM et al., 1997; PINHEIRO et al., 1999). Tais proteínas exercem vários papéis na resistência e sobrevivência da planta, de forma direta (combatendo o agente agressor) ou indireta (mantendo a estrutura e as funções celulares).

O ácido salicílico (AS) representa o primeiro composto fenólico derivado de plantas demonstrado como indutor de resistência sistêmica adquirida (SAR) (ARAÚJO et al, 2005). Está envolvido numa série de processos fisiológicos, sendo considerado como fazendo parte de uma nova classe de substâncias reguladoras de crescimento de plantas.

Este composto é naturalmente encontrado em folhas, inflorescências de plantas termogênicas e em plantas atacadas por patógenos (CASTRO; VIEIRA, 2001). Uma análise minuciosa em folhas e estruturas reprodutivas de 34 espécies agronomicamente importantes tais como arroz, soja e cevada, confirmou a distribuição de ácido salicílico em níveis acima de $1\mu\text{g.g}^{-1}$ de material fresco (RASKIN et al., 1990).

O AS é um regulador do crescimento sintetizado a partir do aminoácido fenilalanina, que é um intermediário da biossíntese da maioria dos compostos fenólicos. Existem duas rotas metabólicas básicas que estão envolvidas na síntese de compostos fenólicos: a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido malônico, sendo que a primeira participa na biossíntese da maioria dos fenóis vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2004). Essa rota gera aminoácidos aromáticos como a fenilalanina, que por meio da eliminação de uma molécula de amônia pela ação da enzima fenilalanina amonialiase (PAL) forma ácido cinâmico, o qual por sua vez pode ser convertido em ácido orto-cumárico ou em ácido benzóico, os quais podem formar ácido salicílico (ARTECA, 1995).

Os compostos fenólicos são formados no metabolismo secundário dos vegetais e possuem funções de defesa contra diversos tipos de estresse, agindo como agentes antioxidantes, os quais são compostos que podem retardar ou inibir a oxidação de lipídios ou outras moléculas, evitando o início ou propagação das reações em cadeia de oxidação.

A atividade antioxidante de compostos fenólicos é, principalmente, devido às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio triplete e singleto ou decompondo peróxidos (ZHENG; WANG, 2001; DEGÁSPARI; WASZCZYNSKY, 2004). Além da sua atividade antioxidante direta, pesquisas recentes têm destacado múltiplas funções e mecanismos importantes relacionados à facilidade dos compostos fenólicos de se ligarem a receptores celulares e transportadores de membranas e influenciarem a expressão gênica, a sinalização e a adesão celular (SOARES et al., 2008)

A aplicação exógena de ácidos orgânicos, como o salicílico, ascórbico e cítrico, é utilizada como forma de combate ao estresse, sendo que destes o primeiro pode agir como indutor de proteínas de tolerância ao estresse (McCUE et al., 2000; BOWLER; FLUHR, 2000), além de atuar estimulando a lignificação da parede celular, direcionando as vias pentoses-fosfato e chiquimato para a produção de compostos fenólicos (lignina) nas sementes tratadas, o que permite a manifestação do vigor (PACHECO et al., 2007).

Radicais livres são formados sob condições de estresse oxidativo bem como pelas reações normais da cadeia de transporte de elétrons, mas que são altamente reguladas (CHAOUÏ et al., 1997; MAZHOUDI et al., 1997; GREGGAINS et al., 2000), todavia esta regulação pode ser perdida se o estresse for mais severo aumentando consideravelmente a produção de radicais livres que podem levar a uma cascata de eventos começando com a peroxidação de lipídeos, avançando para degradação de membranas e, por fim, a morte celular (GREGGAINS et al., 2000). De acordo com Foyer et al. (1997) o aumento nos oxidantes celulares pode levar a super expressão de genes de enzimas de desintoxicação como as superóxido dismutases (SOD) (GIANNOPOLITIS; RIES, 1977), catalase (CAT), peroxidase (PRX) e enzimas do ciclo ascorbato-glutationa (SUNG; JENG, 1994; BAILLY et al., 1998) como parte de uma estratégia requerida para superar o estresse oxidativo (FOYER et al., 1997).

Rao et al. (1997) investigando o papel do AS na defesa de plantas, relatou que o composto H_2O_2 possui diversas funções dentro da célula desde a produção de radicais livres até lignificação e produção de compostos fenólicos, bem como, atuando como gatilho para as respostas SAR (resistência sistêmica adquirida) (MCCUE et al., 2000), onde o ácido salicílico pode ser responsável por disparar a resposta SAR inibindo peroxidases específicas de oxidação. Pesquisas mostraram que o ácido

salicílico pode inativar a enzima catalase, que converte H_2O_2 em água (H_2O) e oxigênio (O_2). Essa ação parece ser uma etapa intermediária na indução da SAR, pois a inibição da enzima pode causar acúmulo de espécies reativas, que agiriam como mensageiros secundários, ativando genes ligados a SAR (MARGIS-PINHEIRO et al., 1999).

Uma ampla gama de compostos, incluindo oligossacarídeos, glicoproteínas e peptídeos, pode mediar a indução das reações de defesa nas plantas (JUNG et al., 2000, KÚC, 2000; BENHAMOU; NICOLE, 1999). De forma análoga, a resistência ao frio ou aos choques de calor podem ser aumentados por elevação na concentração de compostos fenólicos (RIVERO et al., 2001) ou por alguns aminoácidos envolvidos na síntese de fenólicos, tais como o ácido salicílico (MACHADO NETO et al., 2004b).

Dentre as substâncias indutoras de tolerância a estresse, o ácido salicílico é considerado como um dos mais importantes. Portanto, o objetivo da realização do trabalho foi avaliar a influência do cloreto de sódio (NaCl) em três lotes de sementes de milho híbrido, bem como do ácido salicílico (AS) como redutor dos efeitos da salinidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes e em casa de vegetação do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS. Foram utilizados três lotes de sementes de milho híbrido (*Zea mays* L.), safra 2009-2010 provenientes da empresa Pioneer e submetidos ao tratamento com cloreto de sódio (NaCl) e ácido salicílico (AS). Foram realizados dois experimentos, sendo que no experimento 1 as sementes dos três lotes de milho foram expostas através do umedecimento do substrato, as concentrações de zero; 30; 90 e 180 mM de NaCl, e no experimento 2 as sementes dos três lotes foram previamente embebidas durante 60 minutos em duas concentrações de ácido salicílico (zero e 1 mM) e após foram expostas através do umedecimento do substrato, as concentrações de zero; 30; 90 e 180 mM de NaCl. Posteriormente as sementes dos dois experimentos foram utilizadas para determinação de sua viabilidade e vigor através dos seguintes testes:

Parâmetros avaliados

Teste de germinação (TG%) – conduzido com 200 sementes (três repetições com quatro subamostras de 50 sementes) utilizando-se como substrato o rolo de papel especial para germinação (germitest), umedecido com 2,5 vezes o seu peso com as diferentes concentrações de NaCl, no experimento 1. No primeiro experimento 2 as sementes foram previamente embebidas durante 60 minutos em ácido salicílico nas concentrações de (zero e 1 mM) e em seguida submetidas as mesmas condições do experimento 1. As avaliações das plântulas normais, anormais e mortas foi realizada aos 14 dias conforme as Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009) e os resultados expressos em porcentagem de germinação;

Índice de velocidade de germinação (IVG) – conduzido juntamente com o teste de germinação. Contagens diárias foram realizadas a partir da protrusão da radícula até que o número de plântulas se mantivesse constante e o resultado foi dado pela média dos índices das repetições;

Comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas – foi obtido pela média de 10 plântulas selecionadas ao acaso de cada subamostra das três repetições, totalizando 120 plântulas. Realizado ao final do teste de germinação, para os dois experimentos. A medição do comprimento da parte aérea e das raízes foi obtido com auxílio de um paquímetro de precisão e os resultados expressos em mm plântula⁻¹;

Massa da matéria seca da parte aérea e das raízes – foi obtido ao final do teste de germinação, para ambos os experimentos, pela média de 10 plântulas de cada subamostra das três repetições, totalizando 120 plântulas. A determinação da massa seca das plântulas foi obtida gravimetricamente em estufa a $70 \pm 1^\circ\text{C}$ até massa constante e os resultados expressos em mg plântula⁻¹;

Condutividade elétrica – Foram utilizadas quatro subamostras de 25 sementes por repetição. Primeiramente determinou-se a massa das sementes secas e, após uma hora de embebição das mesmas nas concentrações de NaCl (zero, 30, 90 e 180 mM) no experimento 1 e 2 e AS (zero e 1 mM) no experimento 2, as sementes foram secadas com papel absorvente e transferidas para copos de becker com 80 mL de água sendo mantidas em germinador com temperatura constante de

20 \pm 1°C. Após 3, 6 e 24 h de embebição das sementes foi realizada a leitura em condutivímetro de bancada Digimed CD-21 e os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semente em função do peso inicial das sementes utilizadas (AOSA, 1983);

Emergência de plântulas em casa de vegetação (%) - realizada com três repetições de quatro subamostras de 50 sementes semeadas em linha, em bandejas plásticas, contendo areia lavada, por um período de 21 dias. O substrato foi irrigado com a solução de NaCl (experimento 1) e AS mais NaCl (experimento 2) por ocasião da instalação do teste e após com água destilada sempre que necessário. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de Velocidade de Emergência em casa de vegetação (IVE) - foi realizado juntamente com o teste de emergência de plântulas em casa de vegetação. Contagens diárias foram realizadas a partir do momento em que o número de plântulas germinadas permaneceu constante e o resultado foi dado pela média dos índices das repetições.

Comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas – foi obtido pela média de 10 plântulas selecionadas ao acaso de cada subamostra das três repetições, totalizando 120 plântulas, ao final do teste emergência em casa de vegetação. A medição do comprimento da parte aérea e das raízes foi obtido com auxílio de um paquímetro de precisão e os resultados expressos em mm plântula⁻¹;

Massa seca da parte e das raízes das plântulas – foi obtida ao final do teste de emergência em casa de vegetação. A determinação da massa da matéria seca das plântulas foi obtida gravimetricamente em estufa a 70 \pm 1°C até massa constante e os resultados expressos em mg plântula⁻¹.

Delineamento experimental

Para o experimento 1 o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento, segundo um fatorial 3x4 constando de três lotes e, com quatro concentrações de NaCl (0; 30; 90 e 180 mM) e para o experimento 2 o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento, segundo um fatorial 2x4, duas concentrações de AS (zero e 1 mM) e 4 de NaCl (zero; 30; 90 e 180 mM).

Os dados relativos às variáveis mensuradas foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Quando significativos foram submetidos à análise de regressão polinomial utilizando o software WinStat, versão 2.0 (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2003).

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os lotes de sementes de milho híbrido expostos as diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM de NaCl) e ácido salicílico (zero e 1,0mM de AS) mantiveram seu potencial germinativo acima de 90% (figura 1). Comparando-se as sementes tratadas com AS e sem o tratamento, observa-se uma pequena tendência a redução da porcentagem de germinação a partir da concentração de 90 mM de NaCl nos lotes das sementes não tratadas com AS (figura 2). Estes resultados permitem inferir que a presença do AS na concentração de 1,0 mM é suficiente para minimizar o efeito do estresse salino nas sementes de milho quando estas são submetidas até a concentração de 180 mM de NaCl.

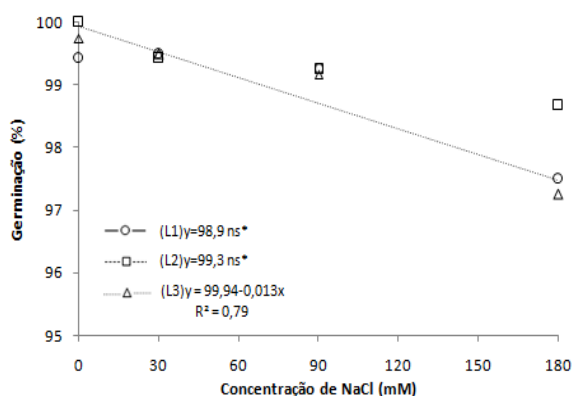


FIGURA 1. Porcentagem média de germinação de três lotes de sementes de milho em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM NaCl). UFPel, Pelotas RS, 2011. ^{ns*} não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

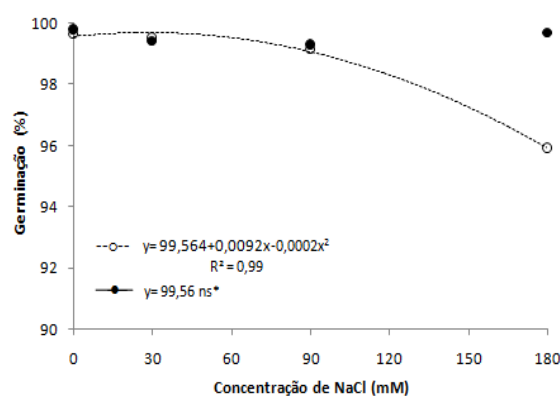


FIGURA 2. Porcentagem média de germinação de sementes de milho tratadas com zero (○) e 1,0 mM (●) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180mM NaCl). UFPel, Pelotas RS, 2011. ^{ns*} não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Em contrapartida, Costa Maia et al. (2000) avaliaram apenas o efeito do ácido salicílico na germinação e vigor de sementes de soja, concluindo que este tem efeito negativo na germinação, mas estimula a atividade da enzima α amilase. Outros autores, Szepesi et al. (2005), utilizando 0,5 mM de AS detectaram o aumento na porcentagem de germinação de sementes de tomate, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

No presente estudo, quando as sementes de milho foram submetidas ao estresse salino na presença de ácido salicílico o potencial germinativo aumentou, contrariando resultados obtidos por El-Mergawi et al. (2007), que trabalhando com a mesma espécie verificaram diminuição em seu crescimento em condições de estresse, entretanto, em estudos com o feijão a aplicação de 3-5 mM de AS aumentou o crescimento dessa espécie.

Em sementes de trigo e cevada tratadas com 0,05 mM de AS e após submetidas à concentração de 150 mM de NaCl, o papel do ácido salicílico nas respostas ao estresse salino durante o processo de germinação estão relacionados com o acúmulo dos antioxidantes prolina e betaína (DEEF, 2007).

Na figura 3, o índice de velocidade de germinação (IVG) decresceu nos três lotes de sementes de milho conforme o aumento das concentrações testadas NaCl. Demonstrando que os três lotes são igualmente sensíveis ao aumento da concentração de NaCl. Embora seguindo a mesma tendência e ocorrendo interação significativa entre o fator AS e NaCl esse índice foi menor para as sementes tratadas com AS, evidenciando redução na velocidade de germinação também a partir de 90 mM de NaCl (figura 4). Estes resultados podem ser atribuídos ao fato de diversos compostos entre eles o AS funcionarem como componentes alelopáticos, que atuam influenciando a germinação das sementes e o crescimento das plantas (LYNN; CHANG, 1990), efeito que depende da concentração do composto e da sensibilidade da espécie.

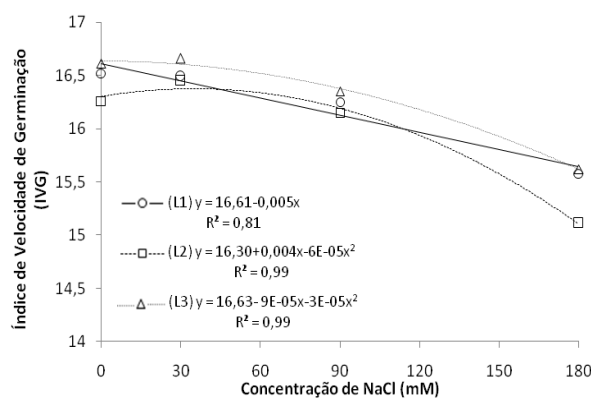


FIGURA 3. Índice de velocidade de germinação de três lotes de sementes de milho em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

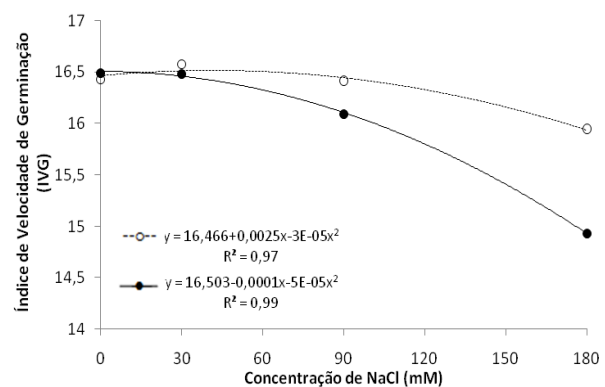


FIGURA 4. Índice de velocidade de germinação de sementes de milho tratadas com zero (○) e 1,0 mM (●) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

O comprimento da parte aérea das plântulas provenientes do teste de germinação, apresentou redução acentuada, em função do aumento das concentrações de NaCl para os três lotes em estudo (figura 5), no entanto a figura 6 mostra que não houve interação significativa entre os fatores AS e NaCl, embora o desempenho das sementes na presença e na ausência de AS tenha seguido a mesma tendência. Embora nesse estudo o desempenho das sementes na formação de parte aérea não tenha apresentado diferenças significativas, diversos trabalhos demonstraram que o AS desempenha função importante na determinação da sensibilidade de diversas plantas a estresses bióticos principalmente na fase de plântula (BOTELLA, et al., 2001), o que pode ser constatado por Costa Maia et al. (2000) que em sementes de soja verificaram que o AS utilizado isoladamente aumenta o comprimento da parte aérea, das raízes e da massa fresca, mas diminui a massa seca da parte aérea e raiz, nas concentrações de 50 e 100mg kg⁻¹.

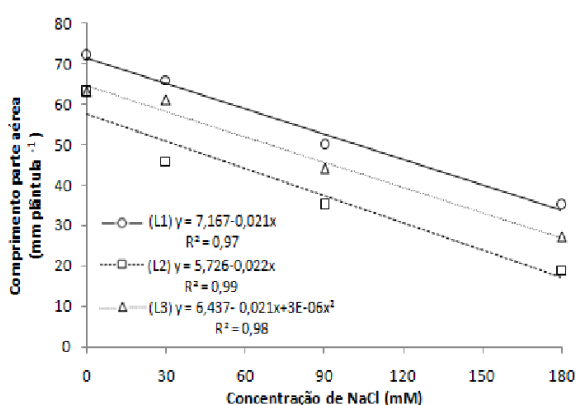


FIGURA 5. Comprimento da parte aérea de plântulas de três lotes de sementes de milho em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

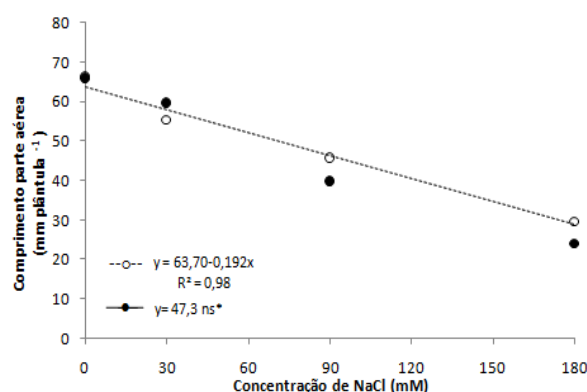


FIGURA 6. Comprimento de parte aérea de plântulas de milho provenientes do teste de germinação, tratadas com zero (○) e 1,0 mM (●) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.
ns* não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

O crescimento do sistema radicular foi menor em função do aumento da concentração de NaCl para os três lotes (figura 7). A figura 8 mostra que esse crescimento também foi mais prejudicado nas sementes tratadas com AS, embora na ausência do mesmo essa diminuição também tenha ocorrido em função do aumento da concentração de NaCl. A partir desses resultados pode-se inferir que o AS minimiza o efeito do estresse salino nas plântulas ao emergirem, tendo em vista que o mesmo provocou a redução do crescimento radicular diminuindo a absorção por esta e

impedindo, desta forma, que a planta absorvesse o excesso de sal que promoveriam efeitos danosos ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

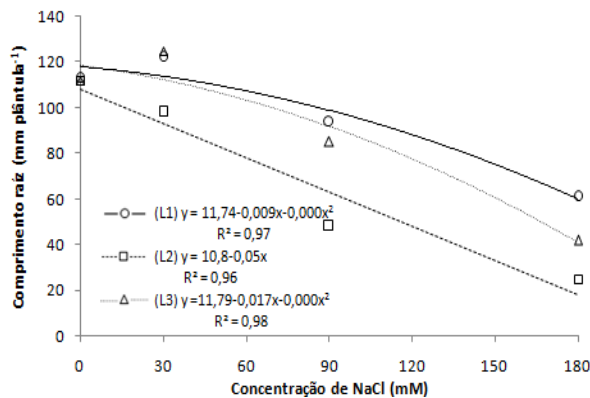


FIGURA 7. Comprimento radicular de plântulas de três lotes de sementes de milho em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

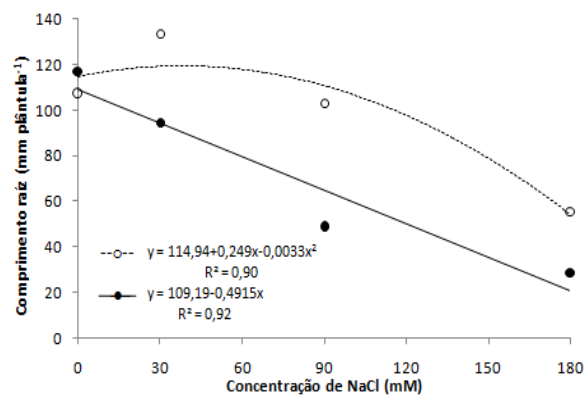


FIGURA 8. Comprimento radicular de plântulas de milho provenientes do teste de germinação, tratadas com zero (---○---) e 1,0 mM (---●---) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

Estudos com trigo e cevada verificaram que a concentração de 150 mM de NaCl causou redução nas raízes e na biomassa da parte aérea, já o tratamento com AS impediu essa drástica redução (DEEF, 2007), resultado esse que confronta os encontrados para o milho que foi submetido à concentração de NaCl máxima de 180 mM.

O efeito negativo do NaCl sobre a massa seca da parte aérea foi observado principalmente nas concentrações de 90 e 180 mM de NaCl para os três lotes analisados (figura 9). A interação entre o AS e as diferentes concentrações de NaCl foi significativa e a presença do NaCl em todas as concentrações induziu diminuição dessa variável numa relação inversamente proporcional (figura 10).

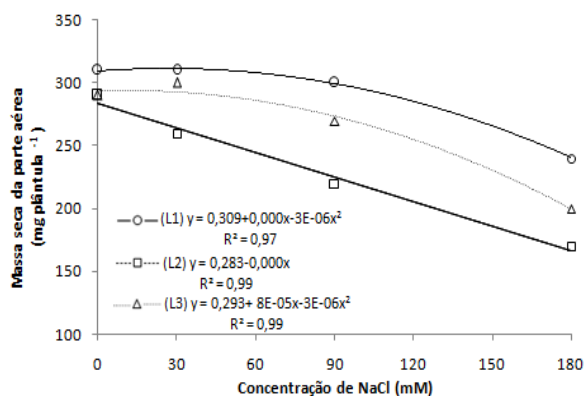


FIGURA 9. Massa seca da parte aérea de plântulas de três lotes de sementes de milho provenientes do teste de germinação em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

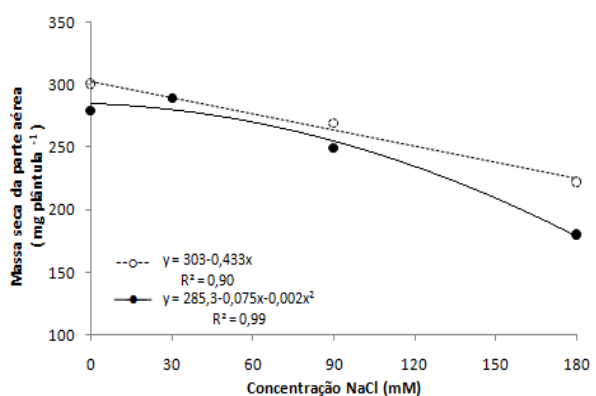


FIGURA 10. Massa seca da parte aérea de plântulas de milho provenientes do teste de germinação, tratadas com zero (---○---) e 1,0 mM (---●---) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

Os três lotes estudados seguiram a mesma tendência em reduzir a massa seca das raízes conforme o aumento da concentração de NaCl (figura 11). A figura 12 mostra que ocorreu uma drástica redução dessa massa na presença do AS em função do aumento da concentração de NaCl, demonstrando que o AS inibe o crescimento das raízes confirmando os dados de crescimento das mesmas. Enquanto que a sementes não tratadas com AS apresentaram redução desta característica a partir de 90 mM de NaCl.

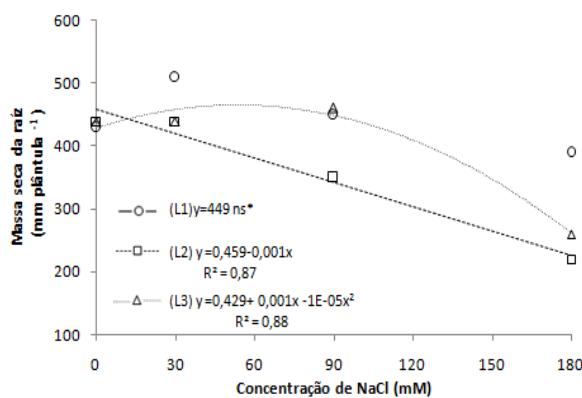


FIGURA 11. Massa seca radicular de plântulas de três lotes de sementes de milho, em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

^{ns*} não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

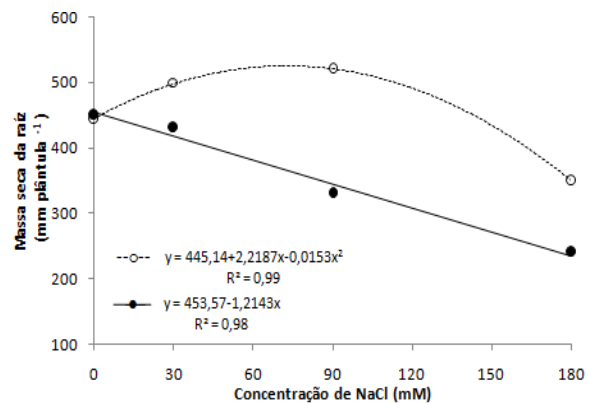


FIGURA 12. Massa seca radicular de plântulas de milho, provenientes do teste de germinação, tratadas com zero (---○---) e 1,0 mM (—●—) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (0,0; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

Considerando a quantidade de lixiviados da semente para o meio de incubação, a condutividade elétrica foi crescente de acordo com o aumento das concentrações de NaCl para os três lotes avaliados de forma semelhante e nos três períodos de embebição (figura 13A; C e E). Isto significa que elevadas quantidades de sal levam a diminuição na velocidade de reorganização das membranas das células, provocando danos às mesmas.

No experimento 2 houve interação significativa entre os fatores avaliados no período de embebição de 3 e 6 h (figura 13B, D e F), essa interação não foi significativa apenas no período de 24 h. No entanto, ocorreu uma diminuição nos valores da condutividade elétrica nos três períodos de embebição indicando que o AS atenuou os danos causados as membranas devido ao estresse as quais foram submetidas.

Testes de germinação e vigor de sementes de arroz tratadas com ácido salicílico relataram que as concentrações de 10 e 20 mM foram fitotóxicas,

ocasionando, possivelmente, a morte das células. Mas, nas concentrações de 0; 0,1 e 1,0 mM a condutividade elétrica das sementes foi afetada positivamente, impedindo a lixiviação de solutos, embora não tenha havido influência destas concentrações sobre o índice de velocidade de emergência, porcentagem de emergência e crescimento das plântulas (SILVEIRA et al.,2000a).

Os autores relatam ainda que o ácido salicílico não altera a atividade das enzimas fosfatase ácida e α -amilase aos sete dias da germinação, no entanto, induz maior atividade aos 14 dias após a germinação (exceto nas concentrações fitotóxicas). Da mesma forma que a quantidade de açúcares solúveis diminuiu, enquanto a quantidade de amido e proteínas aumentaram em todas as concentrações de ácido salicílico utilizadas (zero; 0,1; 0,5; 1,0; 10 e 20 mM) (SILVEIRA et al., 2000 b).

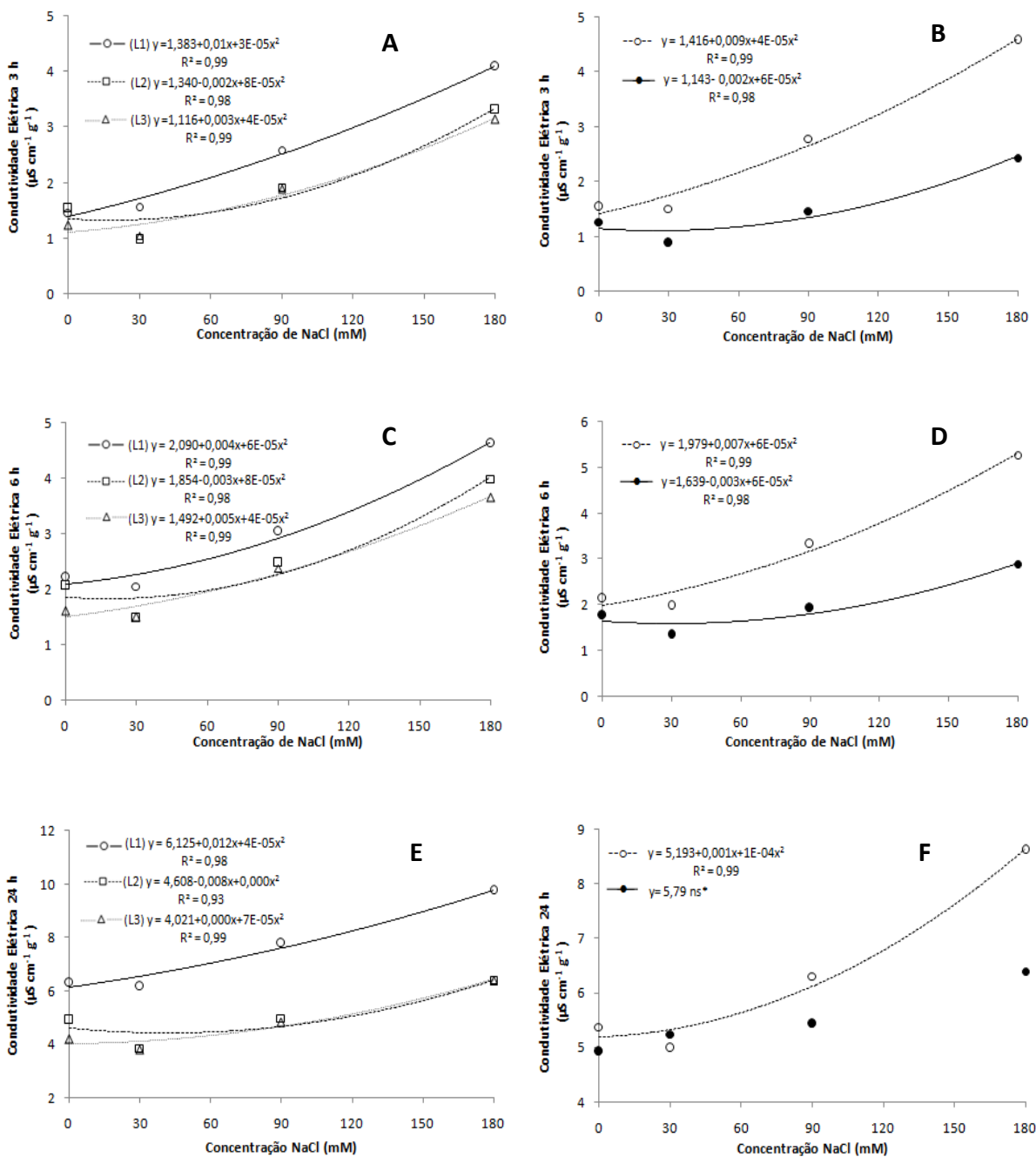


FIGURA 13. Condutividade elétrica de três lotes de sementes de milho função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM) em três períodos de embebição (A-3h; C-6h; E-24h) e tratadas com zero (—○—) e 1,0 mM (—●—) de ácido salicílico (B-3h; D-6h; F-24h). UFPel, Pelotas RS, 2011. ns* não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

A figura 14 mostra que a emergência em casa de vegetação sofreu drástica redução apenas na concentração de 180 mM de NaCl nos três lotes estudados, indicando maior vigor e capacidade em tolerar esse estresse em condições de campo, tendo em vista que até a concentração de 90 mM de NaCl a emergência permaneceu praticamente constante apresentando uma queda quando submetido a concentrações mais elevadas enquanto que para a germinação houve uma queda desta resposta

inversamente proporcional ao aumento da concentração de NaCl. Conforme a figura 15 houve interação significativa entre os fatores avaliados, e o AS manteve a uniformidade e a emergência das plântulas em casa de vegetação até 90 mM de NaCl, a partir desta concentração a associação do AS ao NaCl induziu diminuição na emergência das plântulas de milho, enquanto que na ausência de AS a resposta foi linear decrescente.

Pode ainda ser observado que somente o NaCl não provocou redução drástica no número de plântulas emergidas, a qual foi mais acentuada após a adição de 90 mM de NaCl, entretanto, na presença de AS essa redução foi maior com concentrações acima de 30mM de NaCl.

Nesse sentido, o vigor da semente é importante para que ocorra ótima emergência, resistência ao estresse e crescimento uniforme das plântulas. De acordo com McCue et al. (2000), a aplicação exógena de reguladores vegetais e nutrientes às sementes pode causar incremento ou modificação no crescimento e desenvolvimento da planta, além disso, o ácido salicílico exógeno atua estimulando a lignificação da parede celular, direcionando as vias pentose-fosfato e chiquimato para a produção de compostos fenólicos (lignina) nas sementes tratadas. No entanto, este incremento não ocorreu no presente estudo já que o AS promoveu este efeito protetor até a concentração de 30 mM de NaCl, acima disso, o tratamento não foi suficiente para promover esta proteção das sementes.

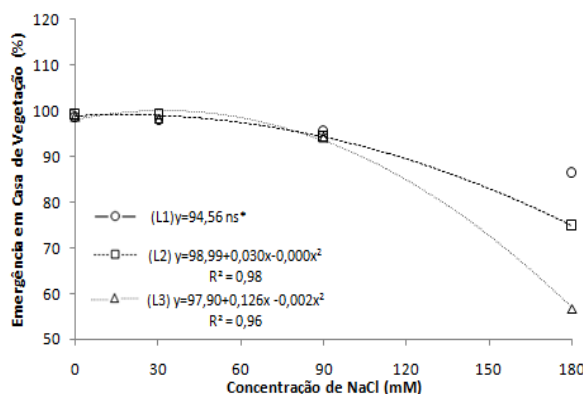


FIGURA 14. Emergência em casa de vegetação de três lotes de sementes de milho em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

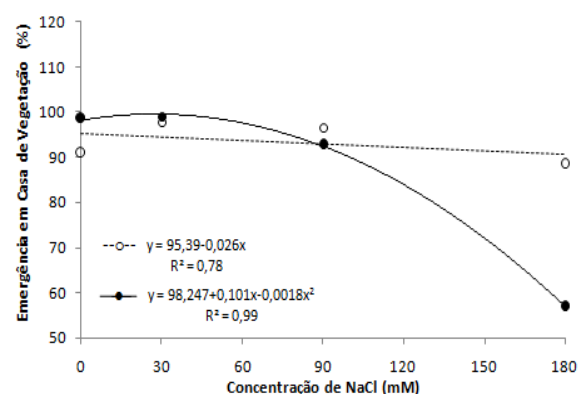


FIGURA 15. Emergência em casa de vegetação de plântulas de milho, tratadas com zero (---○---) e 1,0 mM (---●---) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

O índice de velocidade de emergência das plântulas de milho diminuiu com o aumento da concentração de NaCl nos três lotes estudados (figura 16), a interação

entre os dois fatores analisados no experimento foi significativa indicando redução mais acentuada com a presença do AS do que na ausência em concentrações acima de 90 mM de NaCl sendo indicada pela equação linear (figura 17). Assim, nota-se que até a adição de 90 mM de NaCl as sementes tratadas e não tratadas com AS tiveram comportamento semelhante, sendo que o efeito benéfico foi observado até o ponto máximo da curva. Com isto, as concentrações de sal combinadas com o AS são prejudiciais ao rápido estabelecimento das plântulas de milho no campo, tendo em vista que nesta condição o crescimento do sistema radicular é prejudicado justificando essa resposta. Em trigo, o ácido salicílico nas concentrações de 0,1 e 0,5 mM melhorou significativamente a germinação, o crescimento e o estabelecimento das plântulas cultivadas em sequeiro, especialmente na concentração de 0,5 mM de AS (MAGHSOUDI, 2010). Demonstrando que baixas concentrações de AS podem favorecer o vigor das sementes.

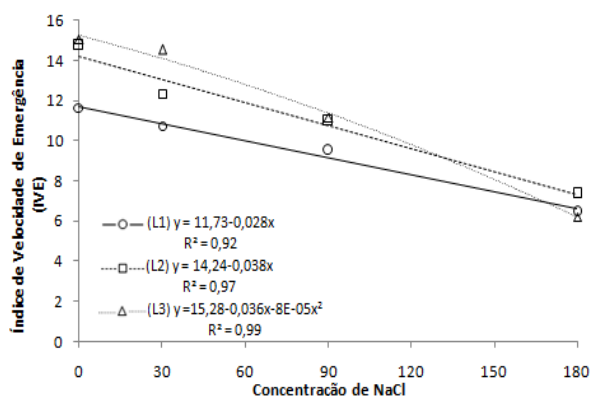


FIGURA 16. Índice de velocidade de emergência de plântulas de três lotes de sementes de milho em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

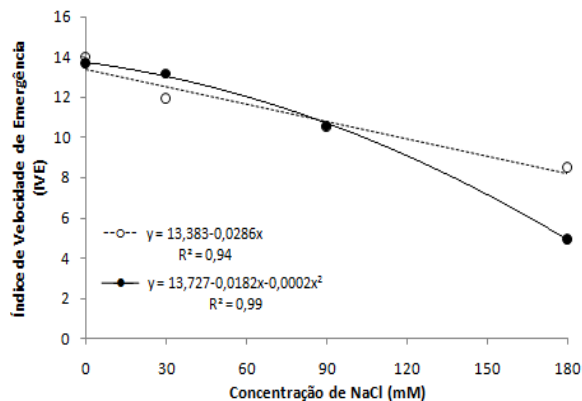


FIGURA 17. Índice de velocidade de emergência de plântulas de milho, tratadas com zero (---○---) e 1,0 mM (---●---) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

A figura 18, mostra que para o comprimento da parte aérea das plântulas provenientes da emergência não houve interação significativa para os três lotes, no entanto, as médias indicam que houve uma diminuição mais acentuada do comprimento em 180 mM de NaCl nos três lotes em estudo. Houve interação significativa entre as concentrações de NaCl e a presença ou não de AS, como mostra a figura 19, apesar das equações da reta não serem significativas observa-se maior comprimento de PA (200,3 mm) na presença do AS do que na ausência (168,9 mm). Sendo que na concentração de 30 mM de NaCl o AS proporcionou o maior crescimento.

Estes resultados confirmam o efeito inibitório dos diversos compostos fenólicos como o AS que funcionam como componentes alelopáticos, afetando a germinação das sementes e o crescimento dos vegetais (BEWLEY; BLACK, 1994). No estudo em questão os efeitos observados podem ser atribuídos a concentração de AS utilizada (1 mM), pois níveis elevados de AS podem provocar estresse celular levando à morte das células. É também sabido que, o ácido salicílico pode ser tóxico para células vegetais em quantidades micromolares (HAMMOND-KOSACK et al., 1996), quantidades estas inferiores as utilizadas neste experimento.

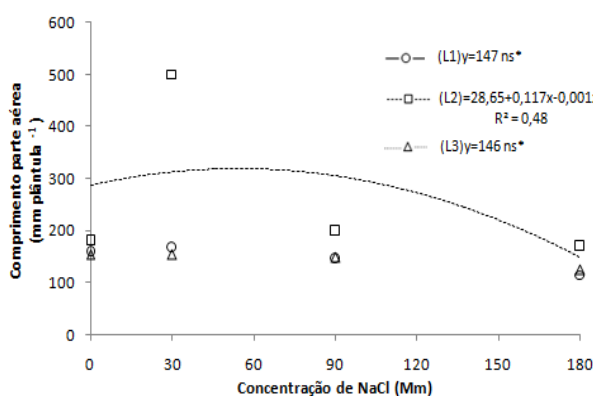


FIGURA 18. Comprimento da parte aérea de plântulas de milho, provenientes do teste de emergência, em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

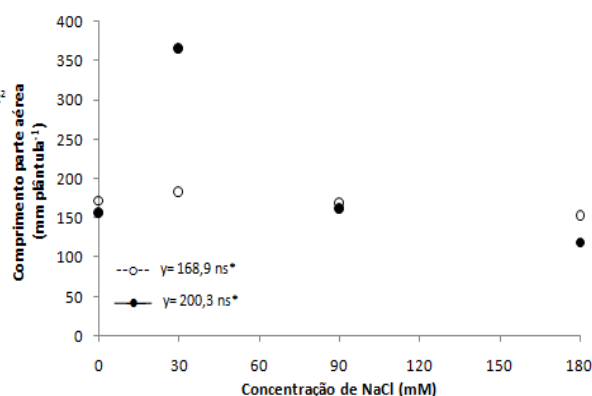


FIGURA 19. Comprimento da parte aérea de plântulas de milho, provenientes do teste de emergência, tratadas com zero (---○---) e 1,0 mM (---●---) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

A diminuição do comprimento das raízes foi mais acentuada em 90 e 180 mM de NaCl nos três lotes estudados (figura 20). Embora a interação entre os fatores AS e NaCl não tenha sido significativa, a figura 21 mostra que o comprimento do sistema radicular decresce a partir de 30 mM e essa redução é maior para as sementes submetidas as AS. Essa redução no comprimento das raízes quando submetidas ao pré tratamento com AS pode estar relacionado a estratégia de defesa promovido por esse composto, impedindo assim maior crescimento das raízes que proporcionariam maior superfície de absorção de água e sais que prejudicariam o vegetal.

Embora a presença do AS tenha efeito negativo sobre o comprimento radicular, em milho, as raízes parecem suportar melhor a salinidade que a parte aérea, fenômeno que pode estar associado ao ajustamento osmótico mais rápido e à perda de turgor mais lenta das raízes, quando comparadas com a parte aérea (SHALHEVET et al., 1995).

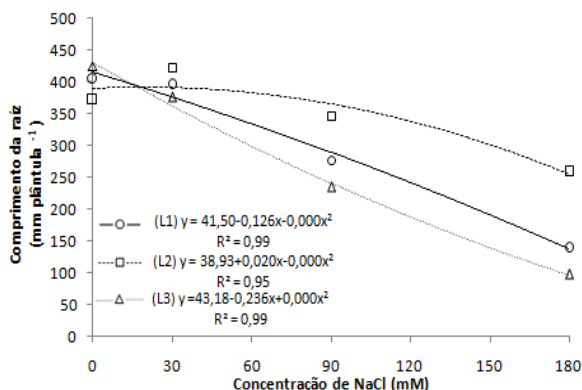


FIGURA 20. Comprimento radicular de plântulas de milho provenientes do teste de emergência, em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

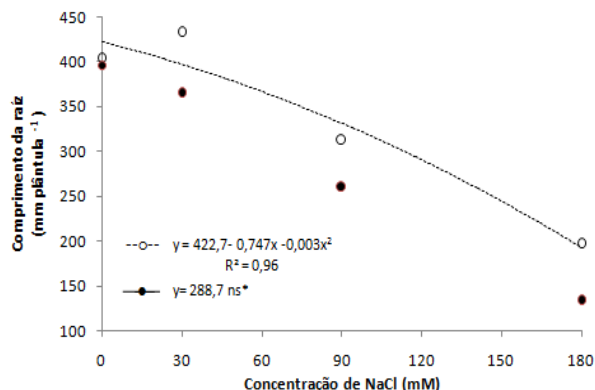


FIGURA 21. Comprimento radicular de plântulas de milho provenientes do teste de emergência, tratadas com zero (---○---) e 1,0 mM (---●---) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

ns* não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

A massa seca da parte aérea também decresceu em função das concentrações de NaCl, sendo esta redução mais significativa a partir de 30 mM de NaCl nos três lotes em questão (figura 22). Não houve interação significativa entre os fatores analisados (NaCl e AS) e conforme a equação linear e a média que indicam a ausência ou presença de AS a massa seca da parte aérea foi semelhante nas duas condições (figura 23).

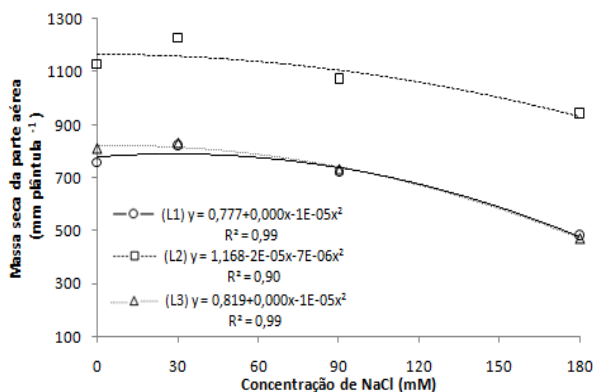


FIGURA 22. Massa seca da parte aérea de plântulas de milho provenientes do teste de emergência, em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

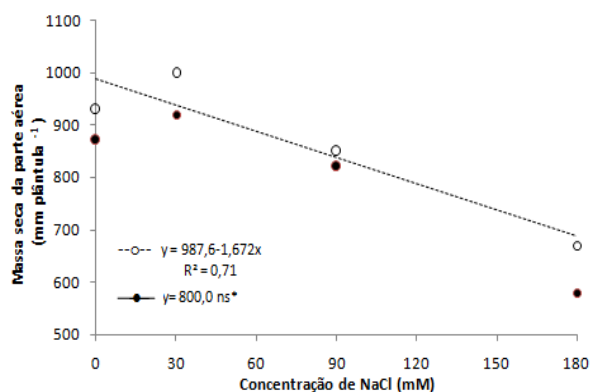


FIGURA 23. Massa seca da parte aéreas de plântulas de milho provenientes do teste de emergência, tratadas com zero (---○---) e 1,0 mM (---●---) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

ns* não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

A massa seca das raízes das plântulas de milho diminuiu nos três lotes com o aumento da concentração de NaCl (figura 24). Ocorreu interação significativa entre o AS e o NaCl, ocasionando diminuição drástica na massa seca das raízes na presença

do AS, enquanto que na ausência, a massa seca das raízes foi reduzida até a adição de 90 mM de NaCl, se mantendo constante em concentrações mais elevadas (figura 25).

Concordando com os resultados encontrados no presente trabalho, foi observado que o ácido salicílico interfere no transporte de íons, reduzindo o acúmulo da matéria seca inicial das raízes de diversas culturas e ervas daninhas (SHETTEL; BALKE,1983).

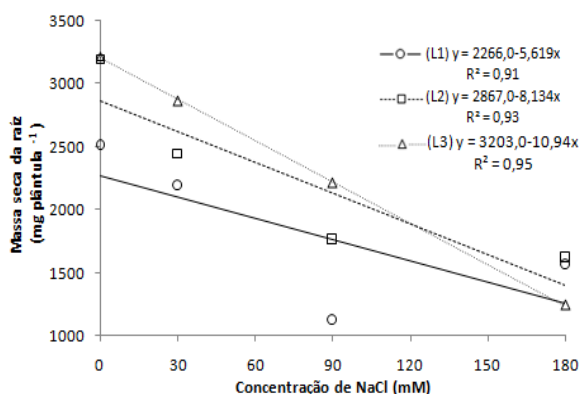


FIGURA 24. Massa seca radicular de plântulas de três lotes de sementes de milho, provenientes do teste de emergência, em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

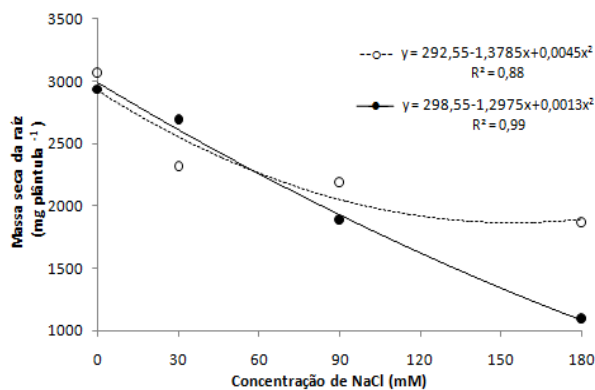


FIGURA 25. Massa seca radicular de plântulas de milho provenientes do teste de emergência, tratadas com zero (○) e 1,0 mM (●) de ácido salicílico em função das diferentes concentrações de cloreto de sódio (zero; 30; 90 e 180 mM). UFPel, Pelotas RS, 2011.

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado podemos concluir que o ácido salicílico na concentração de 1 mM minimiza o efeito do NaCl quando as concentrações de NaCl não ultrapassam 90 mM . No entanto, tem efeito prejudicial no sistema radicular das plântulas submetidas ao tratamento.

5 REFERÊNCIAS

- AMORIM, A. V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.113-121, 2010.
- ARAUJO, J.S.P.; GONÇALVES, K.S.; OLIVEIRA, B.C.; RIBEIRO, R.L.D.; POLIDORO, J.C. Efeito do acibenzolar-S-methyl sobre murcha-bacteriana do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.05-08, jan.-mar. 2005.
- ARTECA, R.N. Plant growth substances; principles and applications. New York, Chapman; Hall, 332p, 1995.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. AOSA, (Handbook on seed testing. Contribution, 32). 88p,1983.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991, 218p. Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado.
- AZEVEDONETO, A.D.; TABOSA, J.N. Estresse salino em plântulas de milho: parte I análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.159-164, 2000.
- BAILLY, C., BENAMAR, A., CORBINEAU, F., CÔME, D. Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. **Physiologia Plantarum**, Lund, v.104, p.626-652, 1998.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds, physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 445p,1994.
- BOWLER, C.; FLUHR, R. The role of calcium and activated oxygens as signals for controlling cross-tolerance. **Trends Plant Science**, v.5, p.241-6, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BUSAM, G.; KASSEMAYER, H.-H.; MATTERN, U. Differential expression of chitinases in *Vitis vinifera* L. responding to systemic acquired resistance activators of fungal challenge. **Plant Physiology**, Rockville, v.115, p.1029-1038, 1997.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2001. 132p.
- CHAOUI, A.; MAZHOUDI, S.; GHORBAL, M.H.; EL FERZANI, E. Cadmium and zinc induction of lipid peroxidation and effects on antioxidant enzymes activities in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant Science**, Madison, v.127, p.139-147, 1997.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, abril 2011 / Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, Conab, 2011. <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_04_07_11_02_42_boletim_abril-2011.pdf> Acesso, 16 nov. 2011.

COSTA MAIA, F.; MORAES, D.M.; MORAES, R.C.P. Ácido Salicílico: efeito na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.264-70, 2000.

DEEF, E. H. **Influence of Salicylic Acid on Stress Tolerance During Seed Germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. Corresponding Author:** Dr. Hanan E. Deef, Department of Botany, Faculty of Science, Zagazig University, Egypt. Department of Botany, Faculty of Science, Zagazig University, Egypt. *Advances in Biological Research* 1, v.1-2, p. 40-48, 2007.

DEGÁSPARI, C.H; WASZCZYNSKYJ, N. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, Jan.- Jun./2004

EL-MERGAWI, R E M. ABDEL-WAHED. Diversidade de efeitos do ácido salicílico no crescimento critérios e diferentes formas de ácido indolacético faba entre feijão e milho. *Planta internacionais Substâncias de crescimento Association*, 19^o Anual Reunião, Puerto Vallarta, México julho. 21-25, 2007.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical databases-production 2005 – crops primary.<<http://faostat.fao.org/site/408/default.aspx>> Acesso, 09 fev. 2010.

FLORES, H.E. **Polyamines and plant stress**. In: LASCHER, R.G.; CUMMING, J.R. *Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms*. Wiley-liss, New York, p.217- 239, 1990

FOYER, C.H.; LOPEZ-DELGADO, H.; DAT, J.F.; SCOTT, I.M. Hydrogen peroxide and glutathione-associated mechanisms of acclimatory stress tolerance and signalling. **Physiologia Plantarum**, Lund, v.100, p.241-254, 1997.

GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K. Superoxide dismutases. 1. Occurrence in higher plants. **Plant Physiology**, Rockville, v.59, p.309-314, 1977.

GRATTAN, S.R.; LAMENTA, M., Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessarakli, M. (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress*. New York:Marcel Dekker, p.203-226, 1994.

GREGGAINS, V.; FINCH-SAVAGE, W.E.; QUICK, W.P.; ATHERTON, N.M. Metabolism-induced free radical activity does not contribute significantly to loss of viability in moist-stored recalcitrant seeds of contrasting species. **New Phytologist**, Lancaster, v.148, p.267-276, 2000.

HAMMOND-KOSACK, K.E.; SILVERMAN, P.; RASKIN, I. & JONES, D.G. Race-specific elicitors of *Cladosporium fulvum* induce changes in cell morphology and the synthesis of ethylene and salicylic acid in tomato plants carrying the corresponding of disease resistance gene. **Plant Physiology**, Rockville, v.110, n.4, p.1381-1394, 1996.

ISLÃ, R.; ARAGUÉS, R.. Yield and plant ion concentrations in maize (*Zea mays* L.) subject to diurnal and nocturnal saline sprinkler irrigations. *Field Crops Research*, v.116, p.175-183, 2010.

KÚC, J. Development and future direction of induced systemic resistance in plants. **Crop Protection**, Oxford, v.19, p.859-861, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000, p.529.

LYNN, D.G; CHANG, M. Phenolic signals in cohabitation: implications for plant development. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.41, p.497-526, 1990.

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

MACHADO, M.O.; TERRES, A.L. **Tolerância de genótipos à salinidade do solo - safra 994/1995**. Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 21, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre: IRGA, 1995. p. 48-50,1995.

MACHADO NETO, N.B.; SATURNINO, S. M., BOMFIM, D. C.; CUSTÓDIO, C.C. Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n. 4, p. 521-529, 2004a.

MACHADO NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C., GATTI, A.B., PRIOLLI, M.R. e CARDOSO, V. J. M. Proline: use as an indicator of temperature stress in bean seeds. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.4, p.330-337, 2004b.

MAGHSOUDI, K., ARVIN, M.J. Salicylic acid and osmotic stress effects on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticumaestivum* L.) cultivars. *Plant Ecophysiology*, v. 2, p. 7-11, 2010.

MARCUM, K.B. Salinity tolerance of 35 bentgrass cultivars. **Hortscience**. v.36, n.2, p.374-376, 2001.

MARGIS-PINHEIRO, M.; SANDRONI, M.; LUMMERZEIM, M.; OLIVEIRA, D. A defesa das plantas contra as doenças. *Ciência Hoje*, v. 25, p. 24-31, 1999.

MAZHOUDI, S.; CHAOUI, A.; GHORBAL, M.H.; EL FERZANI, E. Response of antioxidant enzymes excess copper in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Plant Science**, Madison, v.127, p.129-137, 1997.

McCUE, P.; ZHENG, Z.; PINKHAM, J.; SHETTY, K. A model for enhanced pea seedling vigour following low pH and salicylic acid treatments. **Process Biochemistry**, Oxford, v.35, p.603-613, 2000.

PACHECO, A.C.; CUSTÓDIO, C.C.; MACHADO NETO, N.B.; CARVALHO, P.R.; PEREIRA, D.N.; PACHECO, J.G.E. Germinação de sementes de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] e calêndula (*Calendula officinalis* L.) tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.9, n.1, p.61-67, 2007.

PINHEIRO, M.M.; SANDRONI, M.; LUMMERZHEIM, M.; OLIVEIRA, D.E. A defesa das plantas contra as doenças. **Revista Ciência Hoje**, São Paulo, v.147, n.1, p. 25-31, 1999.

RAO, M.V.; PALIYATH, G.; ORMROD, D.P.; MURR, D.P.; WATKINS, C.B. Influence of salicylic acid on H₂O₂-metabolizing enzymes: salicylic acid-mediate damage requires H₂O₂. **Plant Physiology**, v.115, n.1, p.137-149, 1997.

RASKIN, I.; SKUBATZ, H.; TANG, W.; MEEUSE, B.J.D. Salicylic acid levels in thermogenic and nonthermo-genic plants. **Ann. Bot.**, Colombo, v.66, n.1, p.376-378, 1990.

RIVERO, R.M.; RUIZ, J.M.; GARCIA, P.C.; LÓPEZ-LEFEBRE, E.S.; ROMERO, L. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. **Plant Science**, Madison, v.160, p.315-321, 2001.

SHALHEVET, J.; HUCK, M.G.; SCHROEDER, B.P. Root and shoot growth responses to salinity in maize and soybean. **Agronomy Journal**, v.87, n.3, p.512-516, 1995.

SHETTEL, N.L.; BALKE, N.E. Plant growth response to several allelopathic chemicals. **Weed Science**, Champaign, v.31, p.293-298, 1983.

SIEGEL, B.Z. Plant peroxidases: an organismic perspective. **Plant Growth Regulation**, Oxford, v.12, p.303-312, 1993.

SILVEIRA, M.A.M.; MORAES, D.M.; LOPES, N.F. Germinação e vigor de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.145-52, 2000a.

SILVEIRA, M.A.M.; MORAES, D.M.; LOPES, N.F. Germinação e alterações bioquímicas em sementes de arroz tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.200-5, 2000b.

SOARES, M, WELTER, L., GONZAGA, L., LIMA, A., MANCINI-FILHO, J., FETT, R. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagoço de maçã cv. Gala. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.3, p. 727-732, jul.-set. 2008.

SUNG, J.M.; JENG, T.L. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated aging of peanut seed. **Physiologia Plantarum**, Lund, v.91, p.51-55, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª edição, Porto Alegre: Artmed Editora, 2004. 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4nd ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 2009. 848p.

VAIDYANATHAN, H.; SIVAKUMAR, P.; CHAKRABARTY, R.; THOMAS, G. Scavenging of reactive oxygen species in NaCl-stressed rice (*Oryza sativa* L.) – differential response in salt-tolerant and sensitive varieties. **Plant Science**, v.165, p.1411-1418, 2003.

VEERANAGAMALLAIAH, G.; CHANDRAOBULREDDY, P.; JYOTHSNAKUMARI, G.; SUDHAKAR, C. Glutamine synthetase expression and pyrroline-5-carboxylate reductase activity influence proline accumulation in two cultivars of foxtail millet (*Setaria italica* L.) with differential salt sensitivity. **Environmental and Experimental Botany**, v.60, p.239-244, 2007.

ZHENG, W.; WANG, S.Y. **Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs**. J. Agric. Food Chemistry. Chicago: v.49, p. 5165-5170, 2001.

APÊNDICES

Apêndice 1A - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável germinação (G) de três lotes de sementes de milho submetidas às concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 1) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 2). Pelotas/RS, 2011.

	G			G	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	1,38 ^{*ns}	NaCl	3	13,25
NaCl	3	13,25	AS	1	18
Lote x NaCl	6	0,86 ^{*ns}	NaCl x AS	3	16,08
Resíduo	60	2,13	Resíduo	64	1,09
Média geral	99,05		Média geral	99,05	
CV (%)	1,47		CV (%)	1,05	

^{*ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Apêndice 1B - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável índice de velocidade de germinação (IVG) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 3) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 4). Pelotas/RS, 2011.

	IVG			IVG	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	0,64	NaCl	3	4,56
NaCl	3	4,56	AS	1	2,08
Lote x NaCl	6	0,06 ^{*ns}	NaCl x AS	3	1
Resíduo	60	0,2	Resíduo	64	0,13
Média geral	16,17		Média geral	16,17	
CV (%)	2,77		CV (%)	2,27	

^{*ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1C - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável comprimento da parte aérea da germinação (GCPA) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 5) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 6). Pelotas/RS, 2011.

	GCPA			GCPA	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	13,78	NaCl	3	52,92
NaCl	3	52,96	AS	1	0,7
Lote x NaCl	6	0,64 ^{*ns}	NaCl x AS	3	0,99
Resíduo	60	0,55	Resíduo	64	0,95
Média geral	4,83		Média geral	4,83	
CV (%)	15,39		CV (%)	20,2	

^{*ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1D - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável comprimento radicular (GCR) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 7) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 8). Pelotas/RS, 2011.

	GCR			GCR	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	45,9	NaCl	3	209,47
NaCl	3	209,47	AS	1	136,63
Lote x NaCl	6	6,89 ^{*ns}	NaCl x AS	3	34,21
Resíduo	60	5,57	Resíduo	64	3,56
Média geral	8,6		Média geral	8,6	
CV (%)	27,42		CV (%)	21,94	

^{*ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1E - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável massa seca da parte aérea da germinação (GMSPA) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 9) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 10). Pelotas/RS, 2011.

	GMSPA			GMSPA	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	0,02	NaCl	3	0,03
NaCl	3	0,03	AS	1	0,007
Lote x NaCl	6	0,001 ^{*ns}	NaCl x AS	3	0,001 ^{*ns}
Resíduo	60	0,0008	Resíduo	64	0,001
Média geral	0,26		Média geral	0,26	
CV (%)	11,17		CV (%)	14,33	

^{*ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1F - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável massa seca radicular da germinação (GMSR) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 5) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 6). Pelotas/RS, 2011.

	GMSR			GMSR	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	0,04	NaCl	3	0,1
NaCl	3	0,1	AS	1	0,14
Lote x NaCl	6	0,013 ^{*ns}	NaCl x AS	3	0,03
Resíduo	60	0,006	Resíduo	64	0,005
Média geral	0,4		Média geral	0,4	
CV (%)	20,01		CV (%)	17,67	

^{*ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1G - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável condutividade elétrica com 3h de embebição de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 13A) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 13B). Pelotas/RS, 2011.

	3h			3h	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	2,48	NaCl	3	19,68
NaCl	3	19,68	AS	1	21,64
Lote x NaCl	6	0,27	NaCl x AS	3	3,05
Resíduo	60	0,57	Resíduo	64	0,16
Média geral	2,06		Média geral	2,06	
CV (%)	36,85		CV (%)	19,65	

*^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1H - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável condutividade elétrica com 6h de embebição de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 13C) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 13D). Pelotas/RS, 2011.

	6h			6h	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	3,17	NaCl	3	21,09
NaCl	3	21,09	AS	1	25,62
Lote x NaCl	6	0,14	NaCl x AS	3	3,68
Resíduo	60	0,68	Resíduo	64	0,18
Média geral	2,59		Média geral	2,59	
CV (%)	31,9		CV (%)	16,36	

*^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1I - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável condutividade elétrica com 24h de embebição de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 13E) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 13F). Pelotas/RS, 2011.

	24h			24h	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	53,98	NaCl	3	28,43
NaCl	3	28,43	AS	1	20,65
Lote x NaCl	6	1,13	NaCl x AS	3	8,27* ^{ns}
Resíduo	60	1	Resíduo	64	2,28
Média geral	5,79		Média geral	5,79	
CV (%)	17,28		CV (%)	26,07	

*^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1J - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável emergência em casa de vegetação (ECV) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 14) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 15). Pelotas/RS, 2011.

	ECV			ECV	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	347,9	NaCl	3	2796,29
NaCl	3	2796,28	AS	1	1337,56
Lote x NaCl	6	332,62	NaCl x AS	3	1067
Resíduo	60	124,74	Resíduo	64	88,08
Média geral	91,13		Média geral	91,13	
CV (%)	12,25		CV (%)	10,29	

*^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1L - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável índice de velocidade de emergência (IVE) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 16) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 17). Pelotas/RS, 2011.

	IVE			IVE	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	31,4	NaCl	3	175,3
NaCl	3	175,32	AS	1	7,68
Lote x NaCl	6	6,13	NaCl x AS	3	19,35
Resíduo	60	2,29	Resíduo	64	2,67
Média geral	10,9		Média geral	10,9	
CV (%)	13,88		CV (%)	15	

*^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1M - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável comprimento de parte aérea da emergência (ECPA) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 18) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 19). Pelotas/RS, 2011.

	ECPA			ECPA	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	1100,13 ^{*ns}	NaCl	3	669,24 ^{*ns}
NaCl	3	669,24 ^{*ns}	AS	1	178,02 ^{*ns}
Lote x NaCl	6	451,31 ^{*ns}	NaCl x AS	3	461,86 ^{*ns}
Resíduo	60	412,51	Resíduo	64	438,99
Média geral	18,46		Média geral	18,46	
CV (%)	109,47		CV (%)	113,45	

*^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1N - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável comprimento radicular da emergência (ECR) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 20) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 21). Pelotas/RS, 2011.

	ECR			ECR	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	281,36	NaCl	3	2249,51
NaCl	3	2249,5	AS	1	403,06
Lote x NaCl	6	137,13	NaCl x AS	3	34,83 ^{*ns}
Resíduo	60	20,99	Resíduo	64	33,4
Média geral	31,24		Média geral	31,24	
CV (%)	14,66		CV (%)	18,49	

^{*ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1O - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável massa seca da parte aérea da emergência (EMSPA) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 22) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 23). Pelotas/RS, 2011.

	EMSPA			EMSPA	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	1,21	NaCl	3	0,372 ^{*ns}
NaCl	3	0,37	AS	1	0,072
Lote x NaCl	6	0,007 ^{*ns}	NaCl x AS	3	0,002
Resíduo	60	0,006	Resíduo	64	0,043
Média geral	0,83		Média geral	0,83	
CV (%)	9,79		CV (%)	25,06	

^{*ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.

Apêndice 1P - Resumo da análise de variância e testes de significância para a variável massa seca radicular da emergência (EMSR) de três lotes de sementes de milho submetidas as concentrações de zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl (fig. 24) e zero, 30, 90 e 180 mM de NaCl mais zero e 1 mM de AS (fig. 25). Pelotas/RS, 2011.

	EMSR			EMSR	
	GL	QM		GL	QM
Lote	2	0,5	NaCl	3	7,45
NaCl	3	7,45	AS	1	0,64
Lote x NaCl	6	0,58	NaCl x AS	3	1,02
Resíduo	60	0,15	Resíduo	64	0,15
Média geral	2,24		Média geral	2,24	
CV (%)	17,31		CV (%)	17,48	

^{*ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F.