RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 24/02/2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

SEMENTES DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS SOB ESTRESSE SALINO TRATADAS COM ÁCIDO SALICÍLICO E ESPERMIDINA

Antonio Pizolato Neto
Engenheiro Agrônomo

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

SEMENTES DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS SOB ESTRESSE SALINO TRATADAS COM ÁCIDO SALICÍLICO E ESPERMIDINA

Antonio Pizolato Neto

Orientador: Profª. Drª Durvalina M. M. dos Santos

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2016

Pizolato Neto, Antonio
P695s Sementes de leguminosas forrageiras sob estresse salino tratadas com ácido salicílico e espermidina / Antonio Pizolato Neto. – – Jaboticabal, 2016
x, 43 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016
Orientadora: Durvalina Maria Mathias dos Santos
Banca examinadora: Priscila Lupino Gratão, Sonia Cristina Juliano Gualtieri
Bibliografia

1. Salinidade. 2. Poliaminas. 3. Salicilatos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.811:633.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SEMENTES DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS SOB ESTRESSE SALINO TRATADAS COM ÁCIDO SALICÍLICO E ESPERMIDINA

AUTOR: ANTONIO PIZOLATO NETO
ORIENTADORA: DURVALINA MARIA MATHIAS DOS SANTOS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. DURVALINA MARIA MATHIAS DOS SANTOS
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Profa. Dra. SONIA CRISTINA JULIANO GUALTIERI
Departamento de Botânica / UFSCar - São Carlos/SP

Profa. Dra. PRISCILA LUPINO GRATÃO
Departamento de Biologia Aplicada À Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 24 de fevereiro de 2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANTONIO PIZOLATO NETO – nascido em 16 de março de 1990, em Uberaba, MG, é Engenheiro Agrônomo formado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), em maio de 2013. Foi bolsista de iniciação científica voluntário no período de 2008 a 2009 e no CNPq de 2010 a 2013. Em Agosto de 2014 iniciou o curso de mestrado em Agronomia, na área de Concentração em Produção Vegetal, na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, Câmpus Jaboticabal. Durante o período de realização do curso de mestrado, foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

“Viver é sempre dizer aos outros que elas são importantes. Que nós os amamos, porque um dia eles se vão, e ficamos com a nítida impressão de que não os amamos o suficiente.”

(Chico Xavier)

Dedico,

Aos meus pais, Valdeci (*in memoriam*) e Regina e toda a minha família pelo amor, carinho e dedicação, que me ajudaram a fazer as melhores escolhas e mostraram os valores essênciais da vida.

As minhas irmãs Bruna e Renata, pelo carinho e apoio que me deram.

Aos meus sobrinhos João Vítor, Maria Eduarda, Guilherme e Gustavo pelas brincadeiras e os sorrisos.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, primeiramente, por ter certeza que ele esteve presente em todos os momentos, me dando força, me iluminando nas decisões difíceis.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal e a ao Programa de Produção Vegetal pela oportunidade e aprendizado.

A Profa. Dra. Durvalina M. M. dos Santos, pela orientação, ensinamentos e a dedicação para realização desse trabalho.

A Sônia Maria Raimundo Carregari, pelos ensinamentos no laboratório, pelo auxílio nos experimentos e por sua grande amizade. Sem você, os dias difíceis seriam mais árduos.

As amigas Ayza e Amanda, pelo carinho e amizade.

Aos novos amigos de Jaboticabal, Ana Rita, Ana Rosália, Andreísa, Bianca, Carol, Denise, Gilmar, Neriane, Rita de Cássia, Sophia e Willians, muito obrigado pelo apoio e amizade.

Aos demais professores e funcionários, pelo apoio técnico.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

A todas as pessoas que contribuíram de alguma forma durante esta etapa.

SUMÁRIO

Página
RESUMO iii
ABSTRACT iv
1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO DE LITERATURA 3
2.1. Germinação de sementes 3
2.2 Estresse salino 4
2.3. Estresse oxidativo 5
2.2. Ácido salicílico 6
2.3. Poliamina espermidina 6
2.4. Leguminosas forrageiras 7
3. MATERIAL E MÉTODOS 10
3.1. Condução do experimento e obtenção das sementes 10
3.2. Fatores em estudo e delineamento estatístico 10
3.3. Instalação do experimento 11
3.5. Parâmetros bioquímicos e fisiológicos 12
3.5.1. Germinação 12
3.5.2. Peroxidação de lipídeos 12
3.5.3. Extração e análise das enzimas antioxidantes 13
3.5.4 Determinação da concentração de proteínas 14
3.5.5. Teores de glicina betaína 14
3.5.6. Crescimento de plântulas 14
3.6. Análise estatística 15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 16
4.1. Germinação (G) 16
4.3. Peroxidação de lipídios 18

4.2. Enzimas antioxidantes 20
4.2.1. Superóxido dismutase (SOD) 20
4.2.2. Catalase (CAT) 22
4.2.3. Ascorbato peroxidase (APX).....24
4.4. Teores de glicina betaína (GB) 26
4.5. Crescimento de plântulas.....28
5. CONCLUSÕES 32
6. REFERÊNCIAS.....33

SEMENTES DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS SOB ESTRESSE SALINO TRATADAS COM ÁCIDO SALICÍLICO E ESPERMIDINA

RESUMO – A germinação de sementes é um processo crítico no ciclo vital das plantas superiores e muito susceptível às condições adversas do ambiente, as quais podem causar o estresse oxidativo, resultante do aumento de espécies reativas de oxigênio (ERO), que podem causar danos às proteínas e iniciar a peroxidação lipídica nas membranas celulares. A aplicação do ácido salicílico e espermidina e de grande importância na proteção do tecido vegetal dos efeitos prejudiciais dos estresses, restaurando os padrões normais de crescimento evidenciando a função essencial no metabolismo celular. Diante disso o objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos do estresse salino na germinação e no crescimento inicial de duas espécies de leguminosas forrageiras, guandu cv. BRS Mandarim e labe-labe cv. Rongai, avaliando-se os seguintes parâmetros bioquímicos-fisiológicos: i) efeito exógeno do ácido salicílico e da poliamina espermidina; ii) atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), ascorbatoperoxidase (APX) e catalase (CAT). iii) peroxidação lipídica e iv) teores de glicina betaína. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial 2x2x4+1, sendo as duas cultivares, guandu, cv. BRS Mandarim (C1) e labe-labe cv. Rongai (C2); dois tipos de atenuadores (0,5 mM de AS ou Spd); quatro concentrações de cloreto de sódio (NaCl) para induzir diferentes níveis de estresse salino, expressos em mM: 0,0 (S1); 20 (S2); 40 (S3) e 60 (S4). Nas plantas sob salinidade, a Spd e o AS aumentaram o crescimento da parte aérea das espécies, mas diminuíram a germinação e o crescimento de raízes nas plântulas. A Spd aumentou a atividade da CAT, enquanto que o AS aumentou a atividade da SOD e da APX, nas plântulas sob estresse salino. O uso do AS e da Spd ocasionaram no decréscimo de glicina betaína. O labe-labe é menos sensível ao estresse salino estudado que o guandu. Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que os compostos (Spd e AS) são benéficos para atenuação do estresse salino em ambas as forrageiras estudadas.

Palavras-chave: Estresse oxidativo, *Cajanus cajan, Lablab purpureus,* poliaminas, salicilatos e salinidade.

FORAGE LEGUMES SEEDS UNDER SALT STRESS TREATED WITH SALICYLIC ACID AND SPERMIDINE

ABSTRACT – Seed germination is a critical process in the life cycle of superior plants and very susceptible to adverse environmental conditions which can cause oxidative stress, resulting from the increase of reactive oxygen species (EROS), which may cause damage to proteins and initiate lipid peroxidation in cell membranes. The application of salicylic acid and spermidine is a great importance in protecting the plant tissue from the harmful stress effects, restoring the normal growth standards showing the key role in cell metabolism. In view of that, the aim of this study was verify the effects of salt stress on germination and initial growth of two species of forage legumes, pigeonpea cv. BRS Mandarim and lablab bean cv. Rongai evaluating the following biochemical and physiological parameters: i) exogenous effect of salicylic acid and polyamine spermidine; ii) activity of the enzymes superoxide dismutase (SOD), ascorbate peroxidase (APX) and catalase (CAT); iii)lipid peroxidation; iv) content of glycine betaine. The statistics experimental design was randomized completely in a factorial scheme 2x3x4, the two cultivars, pigeonpea cv. BRS Mandarin (C1) and lablab bean cv. Rongai (C2); Two types of attenuators (0.5 mM AS or Spd); four concentrations of sodium chloride (NaCl) to induce different levels of salt stress, expressed in mM: 0.0 (S1); 20 (S2); 40 (S3) and 60 (S4) . In plants under salinity, the Spd and AS increased the aerial parts of the species, but decreased germination and root growth in seedlings. The Spd increased the CAT activity, while the AS increased the SOD and APX acitivity, in the seedlings under salt stress. The use of AS and Spd caused decrease in glycine betaine. The lablab bean is less sensitive to salt stress than Guandu studied in this experiment. The obtained results in this experiment showed that the compounds (Spd and AS) are beneficial for mitigation of salt stress in both studied forages.

Keywords: oxidative stress, *Cajanus cajan, Lablab purpureus*, polyamines, salicylates and salinity.

1. INTRODUÇÃO

O estresse salino ocorre não somente nas regiões áridas e semiáridas, mas em muitas outras regiões do mundo distribuídas em vastas áreas nos diversos países. Estima-se que mais de 20% das áreas cultivadas ao redor do mundo são afetadas pelo estresse salino, e a quantidade de áreas propícias a este estresse está aumentando rapidamente (MUNNS; TESTER, 2008; COELHO et al., 2010; GUPTA; HUANG, 2014). Existe o risco de ampliação das áreas que apresentam solos salinos, caso não sejam adotadas medidas adequadas de manejo do solo e da água (PINHEIRO, 2013).

Considerado um dos estresses que mais limitam a produção de culturas agronômicas ao redor do mundo, o estresse salino promove drásticas alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas nos vegetais. A maioria das espécies vegetais submetidas à salinidade tem o crescimento reduzido afetando a produtividade, sobretudo, devido aos efeitos osmóticos, toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional e hormonal e produção de espécies reativas de oxigênio (HAMDIA; SHADDAD, 2010).

Na solução salina do solo, a água é osmoticamente retida, de forma que o aumento da concentração de sais torna a água cada vez menos disponível para as sementes, afetando diretamente a germinação e o crescimento inicial das plântulas (MUNNS; TESTER, 2008). Em sementes sob estresse salino ocorre grande interferência na qualidade fisiológica acelerando o envelhecimento e diminuindo acentuadamente o vigor, comprometendo a obtenção de estande adequado para o estabelecimento da cultura (JAYAKANNAM et al., 2013; TANG et al., 2015). A importância do estudo da germinação das sementes em substratos salinizados é um dos métodos mais utilizados para se determinar a tolerância das plantas ao excesso de sais. Para algumas plantas, a avaliação do processo germinativo pode ser indicativo da tolerância aos ambientes salinizados (DANTAS et al., 2007).

De modo geral as condições de estresse desencadeiam alterações metabólicas na fisiologia das plantas, como a intensificação da produção de espécies reativas de oxigênio (ERO), que em excesso conduzem ao estresse oxidativo, o qual pode ser combatido por vários processos, entre eles o enzimático.

Diante disso o objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos do estresse salino na germinação e no crescimento inicial de duas espécies de leguminosas forrageiras, guandu cv. BRS Mandarim e labe-labe cv. Rongai, avaliando-se os seguintes parâmetros bioquímicos-fisiológicos: i) efeito exógeno do ácido salicílico e da poliamina espermidina; ii) atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), ascorbatoperoxidase (APX) e catalase (CAT). iii) peroxidação lipídica e iv) teores de glicina betaína. Com este estudo, hipotetiza-se que tanto o ácido salicílico como a poliamina espermidina poderão atenuar o estresse salino na germinabilidade de ambas leguminosas forrageiras, pelo incremento da atividade das enzimas antioxidantes; nesse contexto, espera-se que essas enzimas possam ser utilizadas como marcadores bioquímico-fisiológicos para ajustar osmoticamente as sementes dessas leguminosas forrageiras aos efeitos do estresse salino.

5. CONCLUSÕES

Nas plantas sob salinidade, a Spd e o AS aumentaram o crescimento da parte aérea das espécies, mas diminuíram a germinação e o crescimento de raízes nas plântulas.

A Spd aumentou a atividade da CAT, enquanto que o AS aumentou a atividade da SOD e da APX, nas plântulas sob estresse salino.

O uso do AS e da Spd ocasionaram no decréscimo de glicina betaína.

O labe-labe é menos sensível ao estresse salino estudado que o guandu.

6. REFERÊNCIAS

AHMAD, M. S. A.; ALI, Q.; ASHRAF, M.; HAIDER, M. Z.; ABBAS, Q. Involvement of polyamines, abscisic acid and anti-oxidative enzymes in adaptation of Blue Panicgrass (*Panicum antidotale* Retz.) to saline environments. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 66, n. 3, p. 409-417, 2009.

ASADA, K. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. **Annual review of plant biology**, Palo Alto, v. 50, n. 1, p. 601-639, 1999.

ASHRAF, M.; ATHAR, H. R.; HARRIS, P. J. C.; KWON, T. R. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. **Advances in agronomy**, San Diego, v. 97, p. 45-110, 2008.

AZEVEDO NETO, A. D.; da SILVA, E. C.; CHAKRABORTY, U.; CHAKRABORTY, B. Physiology and biochemistry of salt stress tolerance in plants. **Abiotic Stresses in Crop Plants**, Oxfordshire, p. 81, 2015.

AZEVEDO, R. A.; ALAS, R. M.; SMITH, R. J.; LEA, P. J. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 104, n. 2, p. 280-292, 1998.

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão guandu: uma planta multiuso. **Revista da Fapese**, Aracaju, v.3, n.2, p. 81-86, 2007.

AZIZ, A.; BRUN, O.; AUDRAN, J. C. Involvement of polyamines in the control of fruitlet physiological abscission in grapevine (Vitis vinifera). **Physiologia Plantarum**, Copenhagem, v.113, n.1, p.50–58, 2001.

BANDYOPADHYAY, U.; BANERJEE, D. R. K. Reactive oxygen species: oxidative damage and pathogenesis. **Current Science**, Calcutta, v. 77, n.1, p. 658-666, 1999.

Barbosa, J. C.; Maldonado Júnior, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**.Funep, Jaboticabal, SP,Brazil, 2015.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation 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, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.

BROWN, J. D.; DAY, A. M.; TAYLOR, S. R.; TOMALIN, L. E.; MORGAN, B. A.; VEAL, E. A. A peroxiredoxin promotes H_2O_2 signaling and oxidative stress resistance by oxidizing a thioredoxin family protein. **Cell reports**, Berlin v. 5, n. 5, p. 1425-1435, 2013.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993. 346 p.

CARNEIRO, M. M. L. C.; DEUNER, S.; OLIVEIRA, P. O. D.; TEIXEIRA, S. B.; SOUSA, C. P.; BACARIN, M. A.; MORAES, D. M. Atividade antioxidante e viabilidade de sementes de girassol após estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 755-764, 2011.

CARVALHO, P. R.; MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Ácido salicílico em sementes de calêndula (Calendula officinalis L.) sob diferentes estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina – PR, v. 29, n.1, p. 114-124, 2007.

CHATTOPADHAYAY, M. K.; GUPTA, S.; SENGUPTA, D. N.; GHOSH, B. Expression of arginine decarboxylase in seedlings of indica rice (Oryza sativa L.) cultivars as affected by salinity stress. **Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.34, n. 1, p.477–483, 1997.

CHA-UM, S.; SUPAIBULWATANA, K.; KIRDMANEE, C. Water relation, photosynthetic ability and growth of Thai Jasmine rice (*Oryza sativa* L. ssp. Indica Cv. KDML 105) to salt stress by application of exogenous glycinebetaine and choline. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Malden, v. 192, n. 1, p. 25-36, 2006.

CHEN, Z.; SILVA, H.; KLESSIG, D. F. Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid. **Science**, Oxford, v. 262, n. 5141, p. 1883-1886, 1993.

COELHO, D. L. M.; AGOSTINI, E. A. T. D.; GUABERTO, L. M.; MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Estresse hídrico com diferentes osmóticos em sementes de feijão e expressão diferencial de proteínas durante a germinação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 491-499, 2010.

DALBERTO, D. S.; BRAGA, L. F. Estresse osmótico e putrescina na germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. ExLam) Urb (*Malvaceae*). **Científica**, Jaboticabal, v. 41, n. 2, p. 99-110, 2013.

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

DOLATABADIAN, A.; MODARRES SANAVY, S. A. M.; SHARIFI, M. Effect of salicylic acid and salt on wheat seed germination. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science**, Copenhagen, v. 59, n. 5, p. 456-464, 2009.

DURAN, J. M.; TORTOSA, M. E. The effect of mechanical and chemical scarification on germination of charlock (*Sinapsis arvensis* L.) seeds. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 13, n. 1, p. 155-163, 1985.

FAGUNDES, J. L.; MOREIRA, A. L.; FREITAS, A. W. D. P.; FREITAS, A. W. D. P.; HENRICHS, R.; ROCH, F. C.; BACKES, A. A. Capacidade de suporte de pastagens de capim-tifton 85 adubado com nitrogênio manejadas em lotação contínua com ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.12, p.2651-2657, 2011.

FARIDUDDIN, Q.; VARSHNEY, P.; YUSUF, M.; AHMAD, A. Polyamines: potent modulators of plant responses to stress. **Journal of Plant Interactions**, Londres, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2013.

FAROOQ, M.; WAHID, A.; LEE, D. J. Exogenously applied polyamines increase drought tolerance of rice by improving leaf water status, photosynthesis and membrane properties. **Acta Physiologiae Plantarum,** Cracóvia, v. 31, n. 5, p. 937-945, 2009.

FU, Z. Q.; DONG, X. Systemic acquired resistance: turning local infection into global defense. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 64, n. 1, p. 839–863, 2013.

GIANNOPOLITIS, C. N.; RIES, S. K. Superoxide dismutases. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 59, n. 2, p. 309-314, 1977.

GOMES-JUNIOR, R. A.; GRATÃO, P. L.; GAZIOLA, S. A.; MAZZAFERA, P.; LEA, P. J.; AZEVEDO, R. A. Selenium-induced oxidative stress in coffee cell suspension cultures. **Functional Plant Biology**, Vitória, v. 34, n. 5, p. 449-456, 2007.

GRIEVE, C. M.; GRATTAN, S. R. Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds. **Plant and Soil**, Crawley, v. 70, n. 2, p. 303-307, 1983.

GUO, Q.; MENG, L.; MAO, P. C.; JIA, Y. Q.; SHI, Y. J. Role of exogenous salicylic acid in alleviating cadmium-induced toxicity in Kentucky bluegrass. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 50, n. 1, p. 269–276, 2013.

GUPTA, B.; HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. **International Journal of Genomics**, Chichester, v. 2014, n. 1, p. 1–18, 2014.

GUPTA, K.; DEY, A.; GUPTA, B. Plant polyamines in abiotic stress responses. **Acta Physiologiae Plantarum**, Cracóvia, v. 35, n. 1, p. 2015-2036, 2013.

HAMDIA, M. A.; SHADDAD, M. A. K. Salt tolerance of crop plants. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, Irkutsk, v. 6, n. 3, p. 64–90, 2010.

HEATH, R. L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Archives of biochemistry and biophysics**, New York, v. 125, n. 1, p. 189-198, 1968.

HORVÁTH, E.; SZALAI, G.; JANDA, T. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York v. 26, n. 3, p. 290-300, 2007.

JALEEL, C. A.; MANIVANNAN, P.; KISHOREKUMAR, A.; SANKAR, B; GOPI, R.; SOMASUNDARAM, R.; PANEERSELVAM, R. Alterations in osmoregulations, antioxidant enzymes and indole alkaloid levels in *Catharanthus roseus* exposed to water deficit. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, Amsterdam, v. 59, n. 2, p. 150-157, 2007.

JAYAKANNAN, M.; BOSE, J.; BABOURINA, O.; RENGEL, Z.; SHABALA, S. Salicylic acid improves salinity tolerance in Arabidopsis by restoring membrane potential and preventing salt-induced K^+ loss via a GORK channel. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 64, p. 2255–2268, 2013.

KHAN, M. I. R.; ASGHER, M.; KHAN, N. A. Alleviation of salt-induced photosynthesis and growth inhibition by salicylic acid involves glycinebetaine and ethylene in mungbean (Vigna radiata L.). **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 80, p. 67-74, 2014.

KHOURY, C. K.; CASTAÑEDA-ALVAREZ, N. P.; ACHICANOY, H. A.; SOSA, C. C.; BERNAU, V.; KASSA, M. T.; JARVIS, A. Crop wild relatives of pigeonpea [Cajanus cajan (L.) Millsp.]: Distributions, ex situ conservation status, and potential genetic resources for abiotic stress tolerance. **Biological Conservation**, Essex, v. 184, p. 259-270, 2015.

KOTAKIS, C.; THEODOROPOULOU, E.; TASSIS, K.; OUSTAMANOLAKIS, C.; LOANNIDIS, N. E.; KOTZABASIS, K. Putrescine, a fast-acting switch for tolerance against osmotic stress. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 171, n. 2, p. 48-51, 2014.

KRAUS, T. E.; PAULS, K. P.; FLETCHER, R. A. Paclobutrazol-and hardening-induced thermotolerance of wheat: are heat shock proteins involved?. **Plant and cell physiology**, Kyoto, v. 36, n. 1, p. 59-67, 1995.

LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. II. Light-temperature interactions: preliminary results. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 1/2, p. 57-69, 1987.

LAKZAYI, M.; SABBAGH, E.; RIGI, K.; KESHTEHGAR, A. Effect of salicylic acid on activities of antioxidant enzymes, flowering and fruit yield and the role on reduce of drought stress. **International Journal Farming & Allied Sciences**, Pexauar, v. 3 n. 9, p. 980-987, 2014.

LICHTENTHALER, H.K. El estrés y la medida del estrés en plantas. In: REIGOSA, M.J.; PEDROL, N.; SÁNCHEZ, A. (Ed). **La Ecofisiología Vegetal –Una ciencia de síntesis**. Madrid. 2004.

LIMA, E. S.; ABDALLA, D. S. P. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.37, n. 3, p. 294-303, 2001.

MAASS, B. L.; KNOX, M. R.; VENKATESHA, S. C.; ANGESSA, T. T.; RAMME, S.; PENGELLY, B. C. Lablab purpureus—a crop lost for Africa?. **Tropical plant biology**, v. 3, n. 3, p. 123-135, 2010.

MANSOUR, M. M. F. The plasma membrane transport systems and adaptation to salinity. **Journal of Plant Physiology**, Sttutgart, v. 171, n. 18, p. 1787-1800, 2014.

MELLONI, M. L. G.; CRUZ, F. J. R.; SANTOS, D. M. M. D.; SOUZA, L. F. G. D.; SILVA, J. D.; SACCINI, V. A. V.; MONTEIRO, J. G. Espermidina exógena atenua os efeitos do NaCl na germinação e crescimento inicial de leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 495-503, 2012.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, J. P;, DE BARCELLOS FERREIRA, A. C.; DAS GRAÇAS SANTANA, J.; BARROS, R. G. Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, 2009.

MITTLER, R.; VANDERAUWERA, S.; GOLLERY, M.; VAN BREUSEGEM, F. Reactive oxygen gene network of plants. **Trends Plant Science**, Amsterdam, v. 9, p. 490-498, 2004.

MOLDES, C. A.; MEDICI, L. O.; ABRAHÃO, O. S.; TSAI, S. M.; AZEVEDO, R. A. Biochemical responses of glyphosate resistant and susceptible soybean plants exposed to glyphosate. **Acta Physiologiae Plantarum**, Cracóvia, v. 30, n. 4, p. 469-479, 2008.

MOLLER, I. M.; SWEETLOVE, L. J. ROS signalling–specificity is required. **Trends in plant science**, Oxford, v. 15, n. 7, p. 370-374, 2010.

MONTEIRO, J. G.; CRUZ, F. J. R.; NARDIN, M. B.; SANTOS, D. M. M. D. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, 49, n.1, p.18-25, jan. 2014

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review and Plant Biology,** Palo Alto, v. 59, p. 651-681, 2008.

MURPHY, A. M.; COLUCCI, P. E. (1999). A tropical forage solution to poor quality ruminant diets: A review of Lablab purpureus. **Livestock Research for Rural Development**, v. 11, n. 2, p. 16, 1999.

NOREEN, S.; ADHRAF, M. Alleviation of adverse effects of salt stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. **Pakistan Journal Botany**, Carachi, v. 40, n. 4, p. 1657-1663, 2008.

PÁL, M.; SZALAI, G.; JANDA, T. Speculation: Polyamines are important in abiotic stress signaling. **Plant Science**, Oxford, v. 237, p. 16-23, 2015.

PAREEK, A.; SOPORY, S. K.; BOHNERT, H. J.; GOVINDJEE, H. J. **Abiotic stress adaptation in plants: physiological, molecular and genomic foundation**. Springer, Dordrecht. 1ª ed. 2010. 526 p.

PINHEIRO, G. G.; ZANOTTI, R. F.; PAIVA, C. E. C.; LOPEZ, C.; GAI, Z. T. Efeito do estresse salino em sementes e plântulas de feijão-guandu. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 901-912, 2013.

PIRES, R. M. D. O. **Ação protetora do óxido nítrico em sementes de gergelim (*sesamum indicum* L.) submetidas a diferentes condições de estresse**. 2014, 70 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

POPOVA, L.; ANANIEVA, E.; HRISTOVA, V.; CHRISTOV, K.; GEORGIEVA, K.; ALEXIEVA, V.; STOINOVA, Z. H. Salicylic acid-and methyl jasmonate-induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, Sofia, v. 133, n. 1, p. 133-152, 2003.

RIVAS-SAN VICENTE, M.; PLASENCIA, J. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. **Journal of experimental botany**, Oxford, v. 62, n. 10, p. 3321-3338, 2011.

RYTER, S. W.; TYRREL, R. M. Singlet molecular oxygen: a possible efector of eukaryotic gene expression. **Free Radical Biology & Medicine,** New York, v. 24, p. 1520-1534, 1998.

SAHA, J.; BRAUER, E. K.; SENGUPTA, A.; POPESCU, S. C.; GUPTA, K.; GUPTA, B. Polyamines as redox homeostasis regulators during salt stress in plants. **Frontiers in Environmental Science**, Lausanne, v. 3, n. 1, p. 21, 2015.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. Fisiologia do estresse. In:_____(Ed.). **Fisiologia das plantas.** São Paulo: Cengage Learning, 2012. p. 616-651.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. Photosynthesis: environmental and agricultural aspects. **Plant physiology. Wadsworth Publishing Company,** Belmont, v. 286, n. 1, p. 249-265, 1992.

SHARMA, D. K.; DUBEY, A. K.; SRIVASTAV, M.; SINGH, A. K.; SAIRAM, R. K.; PANDEY, R. N.; DAHUJA, A.; KAUR, C. Effect of putrescine and paclobutrazol on growth, physiochemical parameters, and nutrient acquisition of salt-sensitive citrus rootstock karna khatta (Citrus karna Raf.) under NaCl stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 30, n. 3, p. 301-311, 2011.

SHARMA, P.; JHA, A. B.; DUBEY, R. S.; PESSARAKLI, M. Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions. **Journal of Botany**, New York, v. 2012, 2012.

SHULAEV, V.; OLIVER, D. J. Metabolic and proteomic markers for oxidative stress. new tools for reactive oxygen species research. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 141, n. 2, p. 367-372, 2006.

SILVA, A. R. F. D. **Componentes de produção e fisiologicos em ecótipos de *Vigna* sob reposição hídrica**. 2014. 84p. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Agrárias). Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, Campina Grande, 2014.

SILVA, G. M.; DA SILVA, F. F.; VIANA, P. T.; DE OLIVEIRA RODRIGUES, E. S.; MOREIRA, C. N.; DE ALMEIDA MENESES, M.; DA SILVA BARRETO, L. Avaliação de forrageiras tropicais: Revisão. **Pubvet**, Londrina, v. 10, n. 3, 2016.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados.** Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 161-180.

STRID, A.; CHOW, W. S.; ANDERSON, J. M. UV-B damage and protection at the molecular level in plants. **Photosynthesis Research**, The Hague, v. 39, p. 475-489, 1994.

SZEPESI, A.; CSISZÁR, J.; BAJKÁN, S.; GÉMES, K.; HORVÁTH, F.; ERDEI, L.; TARI, I. Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt-and osmotic stress. **Acta Biologica Szegediensis**, Szeged, v. 49, n. 1-2, p. 123-125, 2005.

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

TAMÁS, L.; ŠIMONOVIˇCOVÁ, M.; HUTTOVÁ, J.; MISTRÍK, I. Aluminium stimulated hydrogen peroxide production of germinating barley seeds. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 51, n. 2, p. 281-288, 2004.

TANG, X.; MU, X.; SHAO, H.; WANG, H.; BRESTIC, M. Global plant-responding mechanisms to salt stress: physiological and molecular levels and implications in biotechnology. **Critical reviews in biotechnology**, Boca Raton, v. 35, n. 4, p. 425-437, 2015.

TARI, I.; CSISZÁR, J.; SZALAI, G.; HORVÁTH, F.;PÉCSVÁRADI, A.; KISS, G.; ERDEI, L. Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. **Acta Biologica Szegediensis**, Szeged, v. 46, n. 3-4, p. 55-56, 2002.

TASSONI, A.; FRANCESCHETTI, M.; BAGNI, N. Polyamines and salt stress response and tolerance in *Arabidopsis thaliana* flowers. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 46, n. 5, p. 607-613, 2008.

WAKEEL, A. Potassium-sodium interactions in soil and plant under saline-sodic conditions. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 176, n. 3, p. 344-354, 2013.

WILLEKENS, H.; INZÉ, D.; VAN MONTAGU, M.; VAN CAMP, W. Catalases in plants. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 1, n. 3, p. 207-228, 1995.

YASAR, F.; ELLIALTIOGLU, S.; YILDIZ, K. Effect of salt stress on antioxidant defense systems, lipid peroxidation and chlorophyll content in green bean. **Russian Journal Plant Physiology**, New York, v. 55, n. 6, p. 782-786, 2008.

ZEID, I. M. Response of bean (Phaseolus vulgaris) to exogenous putrescine treatment under salinity stress. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Pakistan, v.7, n.2, p.219-225, 2004

ZHAO, F. G.; QIN, P. Protective effect of exogenous polyamines on root tonoplast function against salt stress in barley seedlings. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 42, n. 2, p. 97-103, 2004.