

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 26/02/2022.

ISABELLY CRISTINA DA SILVA MARQUES

**ÓXIDO NÍTRICO COMO AGENTE AMENIZADOR DO ESTRESSE SALINO EM
ALFACE SEMI-HIDROPÔNICA**

Botucatu

2020

ISABELLY CRISTINA DA SILVA MARQUES

**ÓXIDO NÍTRICO COMO AGENTE AMENIZADOR DO ESTRESSE SALINO EM
ALFACE SEMI-HIDROPÔNICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp, Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Horticultura).

Orientador: Prof. Dr. João Domingos Rodrigues

Botucatu

2020

M357o

Marques, Isabelly Cristina da Silva

Óxido nítrico como agente amenizador do estresse salino em alface semi-hidropônica / Isabelly Cristina da Silva Marques. -- Botucatu, 2020

85 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: João Domingos Rodrigues

1. Lactuca sativa. 2. Salinidade. 3. Nitroprussiato de sódio. 4. Hidroponia. 5. Enzimas antioxidantes. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

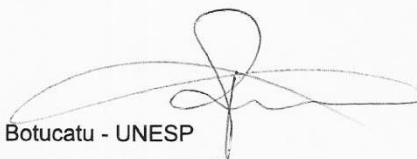
Título: **“ÓXIDO NÍTRICO COMO AGENTE AMENIZADOR DO ESTRESSE SALINO EM ALFACE SEMI-HIDROPÔNICA”**

AUTORA: ISABELLY CRISTINA DA SILVA MARQUES

ORIENTADOR: JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES
Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP



Prof.ª Dr.ª ELIZABETH ORIKA ONO
Botânica / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP



Pesquisadora Dr.ª ANA CLAUDIA MACEDO
Pesquisa e Desenvolvimento / Stoller do Brasil



Botucatu, 26 de fevereiro de 2020.

*Dedico este trabalho aos meus pais, Marta e João, que são a minha maior fonte de
inspiração e incentivo diário.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por toda força a mim atribuída ao longo dessa jornada que impulsionou alcançar meus objetivos.

Aos meus pais, Marta e João Mario, meus guerreiros, que são minha fonte de inspiração diária, meu exemplo de vida e garra. A eles que se fizeram presente em todas as dificuldades ao longo dessa jornada.

À minha família querida que incentivou desde o primeiro momento e confiou na minha competência.

Ao meu querido amigo, Prof. Thikão, que me encorajou em cada etapa desse trabalho e que muito contribui para minha formação profissional.

Às minhas primas, Kaliane, Darliane, Vanderlange e Thayrene, que são as irmãs que não tive, que me dão todo suporte para encarar esses desafios e sempre me recebem com um sorriso no rosto quando volto pra casa.

Ao meu querido e amado Vitor, por suas contribuições em todo o desenvolvimento deste trabalho, mesmo que a longa distância. Por sua lealdade, generosidade e companhia diária.

À você, minha brava e doce nordestina, Dayane, que me surpreende a cada dia com tantas experiências enriquecedoras. Agradeço por toda a ajuda em cada detalhe da concretização desse trabalho e por toda companhia durante essa caminhada.

A todos os amigos que fiz ao longo dessa jornada, em especial a você, Emanuelle, que me acolheu desde o primeiro dia de aula. Agradeço por seu companheirismo, pelas gargalhadas nas horas difíceis e por partilhar tantos bons momentos.

Ao homem mais gentil que já conheci, Prof. João Domingos, meu orientador e amigo, que sempre se preocupa com meu bem-estar. Que está sempre disposto a me ajudar e a escutar todas as minhas ideias. Que contribui exponencialmente na minha carreira profissional e que me convida para conversar sobre o universo magnífico dos super-heróis.

À professora Beth por escutar e ler os esboços iniciais que levaram à concretização deste trabalho, sempre incentivando e sugerindo boas ideias.

Aos companheiros do meu grupo de pesquisa, em especial, a Geane e a Thaís, por todo suporte e ensinamentos nas atividades do laboratório.

À Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”/Botucatu pela oportunidade de alcançar mais uma etapa profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

RESUMO

Perante a atual demanda hídrica para manutenção de cultivos intensos e sucessivos, faz-se necessária a busca de alternativas para o manejo correto da água a fim de reduzir seu desperdício. Uma dessas alternativas se concentra na utilização de águas de qualidade inferior como, por exemplo, águas salobras. No entanto, uso de águas salobras podem ocasionar diversas alterações no metabolismo das plantas, necessitando de estratégias que permitam o uso dessas águas. Na busca dessas alternativas, busca-se substâncias biológicas ou sintéticas que gerem respostas fisiológicas e bioquímicas que promovam a adaptação das plantas às condições ambientais adversas, a exemplo do óxido nítrico (NO). Partindo desse pressuposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito atenuante do óxido nítrico em plantas de alface crespa, cv. Vera, cultivada sob estresse salino. O experimento foi realizado em casa de vegetação nos meses de abril e maio de 2019, da Fazenda Experimental de São Manuel da FCA, localizada no município de São Manuel/SP. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial de 5 x 2, sendo o primeiro fator compreendido por cinco concentrações de nitroprussiato de sódio (NPS) (0, 50, 100, 150 e 200 μmol) e o segundo fator foi composto por dois níveis salinos da água de irrigação (0,2 e 3,5 dS m^{-1} , respectivamente, sem e com estresse salino), com quatro repetições. As concentrações de NPS foram aplicadas semanalmente (via foliar), totalizando três aplicações durante o ciclo. As variáveis analisadas foram: variáveis bioquímicas (peróxido de hidrogênio, peroxidação lipídica, enzimas antioxidantes e prolina), análises de trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a*, determinação de pigmentos e variáveis biométricas (massa de matéria fresca de parte aérea, número de folhas, massa de matéria seca total, área foliar e conteúdo relativo de água). De modo geral, a análise estatística dos dados revelou efeito da interação entre os fatores (concentrações de NPS x níveis salinos) para a maioria das variáveis analisadas. Para as variáveis bioquímicas, a peroxidação lipídica e os níveis de peróxido de hidrogênio foram reduzidos com a aplicação das concentrações de NPS em plantas estressadas, promovendo também maior atividade das enzimas antioxidantes, bem como, o acúmulo de prolina nessas plantas. Para as análises de trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a*, o estresse salino afetou negativamente essas variáveis; no entanto, a aplicação de NPS resultou na atenuação do estresse, promovendo também aumento no teor de carotenoides. Além disso, houve incrementos na massa de matéria fresca total e sobre o número de folhas das plantas na condição de estresse salino, evidenciando, portanto, efeito positivo na mitigação do estresse salino pela aplicação do doador de óxido nítrico.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*. Salinidade. Nitroprussiato de sódio. Hidroponia. Enzimas antioxidantes.

ABSTRACT

In view of the current water demand for maintaining intense and successive crops, it is necessary to search for alternatives for the correct management of water in order to reduce its waste. One of these alternatives focuses on the use of lower quality water, such as brackish water. However, the use of brackish water can cause several changes in the metabolism of plants, requiring strategies that allow the use of these waters. In the search for these alternatives, biological or synthetic substances are sought that generate physiological and biochemical responses that promote the adaptation of plants to adverse environmental conditions, such as nitric oxide (NO). Based on this assumption, the aim of this study was to evaluate the attenuating effect of nitric oxide on crisp lettuce plants, cv. Vera, grown under salt stress. The experiment was carried out in a greenhouse in the months of April and May 2019, at the São Manuel da FCA Experimental Farm, located in the municipality of São Manuel / SP. The experimental design adopted was that of randomized blocks, in a 5 x 2 factorial scheme, the first factor being comprised of five concentrations of sodium nitroprusside (SNP) (0, 50, 100, 150 and 200 μmol) and the second factor was composed of two saline levels of irrigation water (0.2 and 3.5 dS m^{-1} , respectively, without and with salt stress), with four repetitions. SNP concentrations were applied weekly (via leaf), totaling three applications during the cycle. The variables analyzed were: biochemical variables (hydrogen peroxide, lipid peroxidation, antioxidant enzymes and proline), analysis of gas exchange and chlorophyll a fluorescence, determination of pigments and biometric variables (fresh matter of aerial part, number of leaves, total dry matter mass, leaf area and relative water content). In general, the statistical analysis of the data revealed the effect of the interaction between the factors (SNP concentrations x saline levels) for most of the analyzed variables. For biochemical variables, lipid peroxidation and hydrogen peroxide levels were reduced with the application of SNP concentrations in stressed plants, also promoting greater activity of antioxidant enzymes, as well as the accumulation of proline in these plants. For gas exchange and chlorophyll a fluorescence analyzes, saline stress negatively affected these variables; however, the application of SNP resulted in the attenuation of stress, also promoting an increase in the content of carotenoids. In addition, there were increases in the total fresh matter mass and the number of leaves of the plants in the condition of salt stress, thus showing a positive effect in mitigating salt stress by the application of the nitric oxide donor.

Keywords: *Lactuca sativa*. Salinity. Sodium nitroprusside. Hydroponics. Antioxidant enzymes.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Aspectos gerais sobre a cultura da alface.....	17
2.2	Uso de água salina na agricultura.....	18
2.3	Cultivo hidropônico.....	19
2.4	Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a.....	21
2.5	Mecanismos de defesa frente ao estresse salino.....	22
2.5.1	Absorção seletiva e compartimentalização.....	23
2.5.2	Ajuste osmótico.....	23
2.5.3	Redução do estresse oxidativo.....	24
2.6	Óxido nítrico.....	26
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1	Localização e implantação do experimento.....	29
3.2	Caracterização da cultivar, semeadura e produção de mudas.....	30
3.3	Delineamento experimental e condução das plantas	30
3.4	Curva de salinidade.....	31
3.5	Aplicação dos tratamentos.....	32
3.6	Irrigação e fertirrigação aplicada.....	33
3.7	Variáveis analisadas.....	33
3.7.1	Variáveis bioquímicas.....	33
3.7.2	Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a.....	36
3.7.3	Determinação de pigmentos.....	37
3.7.4	Variáveis biométricas.....	37
3.8	Análise estatística.....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1	Variáveis bioquímicas.....	39
4.2	Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a.....	52
4.3	Conteúdo de pigmentos fotossintéticos.....	66
4.4	Variáveis biométricas.....	68
5	CONCLUSÃO.....	72
	REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

A alface é uma das hortaliças folhosas mais consumidas na forma *in natura* no Brasil e no mundo (CAVALCANTE et al., 2014), destacando-se nos novos hábitos alimentares, baseados em dietas mais balanceadas e naturais (POTRICH; PINHEIRO; SCHMIDT, 2012) alavancando, conseqüentemente, a sua importância econômica.

No Brasil, segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM), em 2018, a alface foi considerada a 3ª hortaliça mais consumida, totalizando 1,5 milhão de toneladas produzidas e movimentando anualmente cerca de R\$ 8 bilhões, apenas no varejo. No estado de São Paulo, a área produzida com alface foi estimada em 11.704 ha, com produção de 475.235 t e produtividade em torno de 40,6 t ha⁻¹ (IEA, 2017).

Visando a continuidade do desenvolvimento desse setor da agricultura, o cultivo de hortaliças no Brasil tem se voltado para a produção em ambiente protegido, com o objetivo de reduzir as perdas culturais causadas por intempéries climáticas, fator preocupante que pode limitar a produção e produtividade dos vegetais, acarretando perdas econômicas significativas (SALA; COSTA, 2012; SILVA; SILVA; PAGIUCA, 2014).

Entretanto, esse tipo de cultivo demanda maiores custos com mão de obra especializada para implantação, compra da estrutura e manutenção, como por exemplo, a instalação de sistema de irrigação, uma vez que são ambientes fechados não permitindo a incidência de chuvas para manutenção hídrica das culturas (SILVA; SILVA; PAGIUCA, 2014).

Para a manutenção desses cultivos, que compete diretamente com a utilização da água para consumo, surge a necessidade de se buscar alternativas para aproveitar na irrigação das culturas água de qualidade inferior, que num primeiro momento apresentam-se como impróprias para consumo humano direto, como é o caso de águas com grandes concentrações de sais.

Os cultivos hidropônicos parecem apresentar maior eficiência na utilização dessas águas salinas, havendo maior disponibilidade hídrica para a cultura nesse sistema de cultivo por ausência de potencial mátrico do solo se comparado ao sistema convencional. Além disso, o cultivo de hortaliças, sobretudo folhosas,

adapta-se bem ao cultivo hidropônico (SOARES et al., 2007; ALVES et al., 2019; CORDEIRO et al., 2019; GUIMARÃES et al., 2019).

No entanto, o uso de águas salobras pode ocasionar diversas alterações no metabolismo vegetal, uma vez que a alta concentração de sais na zona radicular de plantas sensíveis irá promover redução na absorção de água e, conseqüentemente, o fechamento dos estômatos levando à baixa captação de CO₂, restringindo a fotossíntese, inibindo a divisão celular e resultando em menor crescimento da planta (CARILLO et al., 2019).

Quando acometidas por estresses, as plantas respondem a essas adversidades com a produção de espécies reativas de oxigênio (ERO), que levam à alteração da sua homeostase e, conseqüentemente, à oxidação de diversos componentes celulares (MILLER et al., 2010).

Na busca de estratégias que possam contornar os possíveis danos advindos do estresse salino, é sabido que o óxido nítrico (NO) pode promover respostas fisiológicas que permitem a adaptação de vegetais em condições ambientais adversas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Foi observado que sob essas condições, a concentração de NO endógeno pode aumentar, atuando na sinalização ou proteção do tecido vegetal (AHMAD et al., 2018). Em vista disso, é possível que a aplicação exógena de NO possa induzir efeito benéfico para aclimação de plantas sob estresse salino, minimizando as perdas provenientes desse estresse.

Diante disto, devido à escassez de estudos da utilização do óxido nítrico como agente mitigador do estresse salino na cultura da alface, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito atenuante do óxido nítrico em plantas de alface crespa cultivada sob estresse salino.

5 CONCLUSÃO

Em relação aos resultados obtidos, nas condições deste experimento, pode-se concluir que a suplementação de óxido nítrico via NPS apresentou efeitos positivos nas plantas de alfaces irrigadas com água salobra, ao nível de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. Podendo ser recomendado o uso de NPS, para essa condição de estresse, concentrações entre 100 e 150 μmol de NPS, as quais apresentaram respostas positivas para a atividade das enzimas antioxidantes, trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a*, concentração de prolina, conteúdo de pigmentos fotossintéticos e com isso proporcionaram maior ganho de massa fresca.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM – **Associação Brasileira de Comércio de Sementes e Mudas**. 2018. Disponível em <http://www.abcsem.com.br//> Acessado em 10 de Julho de 2019.
- AHMAD, P.; ABDEL LATEF, A. A.; HASHEM, A.; ABD ALLAH, E. F.; GUCEL, S.; TRAN, L.-S. P. Nitric oxide mitigates salt stress by regulating levels of osmolytes and antioxidant enzymes in chickpea. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 347, 2016.
- AHMAD, P.; AHANGER, M. A.; ALYEMENI, M. N.; WIJAYA, L.; ALAM, P. Exogenous application of nitric oxide modulates osmolyte metabolism, antioxidants, enzymes of ascorbate-glutathione cycle and promotes growth under cadmium stress in tomato, **Protoplasma**, v. 255, n. 1, p. 79-93, 2018.
- ALEXIAVA, V.; SERGIEV, I.; MAPELLI, S.; KARANOV, E. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. **Plant, Cell and Environment**, v.24, p.1337–1344, 2001.
- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa, 2010. 234p.
- ALSCHER, R. G.; ERTURK, N.; HEATH, L. S. Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 372, p. 1331-1341, 2002.
- ALVES, L. S.; SILVA, M. G.; GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; SOARES, T. M.; RAFAEL, M. R. S. Uso de águas salobras no cultivo da chicória em condições hidropônicas. **Irriga**, v. 24, n. 4, p. 758-769, 2019.
- ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n. 5, p.491-498, 2011.
- ANDRIOLO, J. L.; LUZ, G. L.; GIRALDI, C.; GODOI, R. S.; BARROS, G. T. Cultivo hidropônico da alface empregando substratos: uma alternativa a NFT? **Revista Horticultura Brasileira**, v.22, n. 4, p.794-798, 2004.
- ARORA, D.; JAIN, P.; SINGH, N.; KAUR, H.; BHATLA, S. C. Mechanisms of nitric oxide crosstalk with reactive oxygen species scavenging enzymes during abiotic stress tolerance in plants. **Free Radical Research**, v.50, p.291-303, 2016.
- ASHRAF, M.; AKRAM, N.A.; ALQURAINY, F.; FOOLAD, M.R. Drought tolerance: roles of organic osmolytes, growth regulators, and mineral nutrients. **Advances in Agronomy**, v.111, p.249-296, 2011.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Photosynthesis under stressful environments: an overview. **Photosynthetica**, v.51, p.163-190, 2013.
- ASHRAF, M.; McNEILLY, T. Salinity tolerance in *Brassica* oilseeds. **Plant Sciences**, v.23, n.2, p.157-174, 2004.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de H. R. GHEYI, J. F. de MEDEIROS e F. A. V. Damasceno. 2.ed. Campina Grande: UFPB, p.153, 1999. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).

BAI, X.; YANG, L.; YANG, Y.; AHMAD, P.; YANG, Y.; HU, X. Deciphering the protective role of nitric oxide against salt stress at the physiological and proteomic levels in maize. **Journal of Proteome Research**, v.10, p. 4349-4364, 2011.

BAKER, B. Chlorophyll Fluorescence: A Probe of Photosynthesis In Vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.89-113, 2008.

BARBOSA, M. R.; SILVA, M. M. A.; WILLADINO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v.44, p.453-460, 2014.

BARCELO, A. R.; PEDRENO, A; MUNOZ, R; SABATER, F. Physiological significance of the binding of acidic isoperoxidases to cell walls of lupin. **Physiologia Plantarum**, v.75, p.267-274, 1989.

BARHOUMI, Z.; ATIA, A.; RABHI, M.; DJEBALL, W.; ABDELLY, C.; SMAOUI, A. Nitrogen and NaCl salinity effects on the growth and nutrient acquisition of the grasses *Aeluropus littoralis*, *Catapodium rigidum*, and *Brachypodium distachyum*. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.173, p.149-157, 2010.

BARRS, H.D.; WEATHERLEY, P.E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. **Australian Journal Biological Sciences**, v. 15, p. 413-428, 1962.

BATES, L.S.; WAKLREN, R.P.; TEARE, I.D. Rapid determination of free proline water stress studies. **Plant Soil**. v.39, p. 205-207, 1973.

BEGARA-MORALES, J. C.; SÁNCHEZ-CALVO, B.; CHAKI, M.; VALDERRAMA, R.; MATA-PÉREZ, C.; LÓPEZ-JARAMILLO, J.; PADILLA, M. N.; CARRERAS, A.; CORPAS, F. J.; BARROSO, J. B. Dual regulation of cytosolic ascorbate peroxidase (APX) by tyrosine nitration and S-nitrosylation. **Journal of Experimental Botany**, v.65, p.527-538, 2014.

BELIGNI, M. V.; LAMATTINA, L. Nitric oxide stimulates seed germination and de-etiolation, and inhibits hypocotyl elongation, three light-inducible responses in plants. **Planta**, v.210, p.215-21, 2000.

BETHKE, P.C.; BADGER, M.R.; JONES, R.L. Apoplastic synthesis of nitric oxide by plant tissues. **Plant Cell**, v.16, p.332-341, 2004.

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**, v. 72, p. 248-254, 1976.

CALLEGARI, O.; SANTOS, H. S.; SCAPIM, C. A. Variações do ambiente e de práticas culturais na formação de mudas e na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L. cv. Elisa). **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1117-1122, 2001.

CAMPOS, F. V.; OLIVEIRA, J.; PEREIRA, M. G.; FARNESE, F. Nitric oxide and phytohormone interactions in the response of *Lactuca sativa* to salinity stress. **Planta**, v. 250, n.1, 2019.

CARILLO, P.; RAIMONDI, G.; KYRIACOU, M. C.; PANNICO, A.; EL-NAKHEL, C.; CIRILLO, V.; COLLA, G.; PASCALE, S.; ROUPHAEL, Y. Morpho-physiological and homeostatic adaptive responses triggered by omeprazole enhance lettuce tolerance to salt stress. **Scientia Horticulturae**, v. 249, p. 22-30, 2019.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S. NOZOMU, M. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.533-535, 2002.

CARVALHO, M. F.; CORREA, M. M.; CARVALHO, G. C.; ROLIM NETO, F. C.; MARINHO, G. P. A.; ANDRADE, S. B. Enzymatic activity of three sugarcane varieties under salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.9, p.806-810, 2016.

CAVALCANTE, D. A.; JÚNIOR, B. R. D. C. L.; LIMA, A. A.; TRIBST, M. C. Sanitização de alface americana com água ozonizada para inativação de *Escherichia coli* O157:H7. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 21, n. 1, p.373-378, 2014.

CHAVES, M. M.; OLIVEIRA, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of experimental Botany**, v.55, n.407, p.2365-2384, 2004.

CHEN, D.; WANG, S.; CAO B.; CAO, D.; LENG, G.; LI, H.; YIN, L.; SHAN, L.; DENG, X. Genotypic variation in growth and physiological response to drought stress and re-watering reveals the critical role of recovery in drought adaptation in maize seedlings. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1-15, 2016.

COELHO, J. B. M.; BEZERRA NETO, E.; BARROS, M. F. C.; ALBUQUERQUE, E. R. G. M. Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos no feijão vigna submetido ao estresse salino. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.13/14, p.242-256, 2017.

COMETTI, N. N.; MATIAS, G.C.S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M. S. Composto nitrogenado e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p.748-753, 2004.

CORDEIRO, C. J. X.; LEITE NETO, J. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; ALVES, F. A. T.; MIRANDA, F. A. C.; OLIVEIRA, F. A. Cultivo de rúcula em fibra de coco utilizando solução nutritiva salinizada enriquecida com nitrato de potássio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n.1, p. 3212-3225, 2019.

CORREA ARAGUNDE, N.; GRAZIANO, M.; LAMATTINA, L. Nitric oxide plays a central role in determining lateral root development in tomato. **Planta**, v.218, p.900-905, 2004.

COSTA, K. P.; SILVA, J. C. R. L.; FERNANDES, T. O. M.; FONSECA, F. S. A.; MAIA, J. T. L. S.; MARTINS, E. R. Teor de nitrato em alface produzida em sistema hidropônico vertical com substratos e NFT. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 24–28, 2018.

COVA, A. M. W.; FREITAS, F. T. O.; VIANA, P. C.; RAFAEL, M. R. S.; NETO, A. D. A.; SOARES, T. M. Content of inorganic solutes in lettuce grown with brackish water in different hydroponic systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 150-155, 2017.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

DHARA, A.; SATISH, C. B. Nitric oxide triggers a concentration-dependent differential modulation of superoxide dismutase (FeSOD and Cu/ZnSOD) activity in sunflower seedling roots and cotyledons as an early and long distance signaling response to NaCl stress. **Plant Signal Behav.**, v.10, n.10, 2015.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; NETO, O. N. S.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I. S. R.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. **Revista Ceres**, v. 5, n. 5, p. 632-637, 2011.

DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; NETO, O. N. S.; NETO, M. F.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 755-761, 2010.

DIAS, N.S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido**. 2004. 131p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) -Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

DINAKAR, C.; DJILIANIV, D.; BARTELS, D. Photosynthesis in desiccation tolerant plants: energy metabolism and antioxidative stress defense. **Plant Science**, v.182, p.29-41, 2012.

DONG, Y. J.; JINC, S. S.; LIU, S.; XU, L. L.; KONG, J. Effects of exogenous nitric oxide on growth of cotton seedlings under NaCl stress. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.14, p.1-13,v2014.

FAHAD, S.; HUSSAIN, S.; BANO, A.; SAUD, S.; HASSAN, S.; SHAN, D.; TABASSUM, M. A. Potential role of phytohormones and plant growth-promoting rhizobacteria in abiotic stresses: consequences for changing environment. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, p.4907-4921, 2015.

FAN, H. F.; DU, C. X.; GUO, S. R. Nitric oxide enhances salt tolerance in cucumber seedlings by regulating free polyamine content. **Environmental and Experimental Botany**, v. 86, p. 52-59, 2013.

FAROOQ, M.; BASRA, S.M.A.; WAHID, A.; REHMAN, H. Exogenously applied nitric oxide enhances the drought tolerance in fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). **Journal Agronomy Crop Science**, v.195, p. 254-261, 2009.

FATMA, M.; KHAN, N. A. Nitric oxide protects photosynthetic capacity inhibition by salinity in indian mustard. **Journal of Functional and Environmental Botany**, v. 4, p. 106-116, 2014.

FERNANDES, J. M. P.; FERNANDES, A. L. M.; DIAS, N. S.; COSME, C. R.; NASCIMENTO, L. V.; QUEIROZ, I. S. R. Salinidade da solução nutritiva na produção de alface americana em sistema hidropônico nft. **Revista Brasileira De Agricultura Irrigada**, v. 12, n.3, p. 2570-2578, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, L. G. R. **Fisiologia Vegetal: Relações Hídricas**. 1st ed. Fortaleza: Edições UFC, 1992, 138p.

FERRO, J. J. B.; COSTA CRUZ, J. M.; COSTA BARCELOS, I. S. Avaliação parasitológica de alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas no município de Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. **Revista de Patologia Tropical**, v. 41, n. 1, 2012.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 418 p.

FLOWERS, T. J.; TROKE, P. F.; YEO, A. R. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 28, p. 89-121, 1977.

FOYER, C.H.; NOCTOR, G. Redox sensing and signalling associated with reactive oxygen in chloroplasts, peroxisomes and mitochondria. **Physiology Plant**. v.119, p.355-364, 2003.

FREITAS, V. S.; ALENCAR, N. L. M.; LACERDA, C. F.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Changes in physiological and biochemical indicators associated with salt tolerance in cotton, sorghum and cowpea. **African Journal of Biochemistry Research**. v. 5, n. 8, p. 264-271, 2011.

FURLANI, P. R., SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52p.

GIANNOPOLITIS, C. N; REIS, S. K. Superoxide dismutase I. Occurrence in higher plants. **Plant Physiology**, v.59, p.309-314, 1997.

GILL, S. S.; TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidante machinery in abiotic stress tolerane in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.48, n.12, p.909-30, 2010.

GILL, S.S.; NASER, A.A.; GILL, R.; YADAV, S.; HASANUZZAMAN, M.; FUJITA, M.; PANCHANAND, S.C.; TUTEJA, N. Superoxide dismutase — mentor of abiotic stress tolerance in crop plants Sarvajeet Singh. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, p.10375-10394, 2015.

GROß, F.; DURNER, J.; GAUPELS, F.; Nitric oxide, antioxidants and prooxidants in plant defence responses. **Frontiers in plant Science**, v.4, 2013, 419p.

GUIMARÃES, R. F. B; MAIA JÚNIOR, S. O.; NASCIMENTO, R.; MELO, D. F.; RAMOS, J. G.; ANDRADE, J. R. Trocas gasosas em cultivares de alface crespa em cultivo hidropônico com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 4, p. 3599-3609, 2019.

GURURANI, M. A.; VENKATESH, J.; TRAN, L. S. P. Regulation of photosynthesis during abiotic stress-induced photoinhibition. **Molecular Plant**, v.8, p.1304-1320, 2015.

HASANUZZAMAN, M.; OKU, H.; NAHAR, K.; BHUYAN, M. H. M. B.; MAHMOUD, J. A.; FUJITA, M. Nitric oxide-induced salt stress tolerance in plants: ROS metabolism, signaling, and molecular interactions. **Plant Biotechnology Reports**, v.12, p.77-92, 2018.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, 463–499, 2000.

HEATH, R. L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.125, p.189-198, 1968.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Embrapa Hortaliças, Brasília – DF, p. 1-7, 2009. (Comunicado técnico, 75).

HOPKINS, W.G. **Introduction to Plant Physiology**. 2nd edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999.

HUANG, X.; STETTMAIER, K.; MICHEL, C.; HUTZLER, P.; MUELLER, M.J., DURNER, J. Nitric oxide is induced by wounding and influences jasmonic acid signaling in *Arabidopsis thaliana*. **Planta**, v.3, p.231-245, 2004.

IEA - **Instituto de Economia Agrícola**, 2016. A produção da Agropecuária Paulista: considerações frente à anomalia climática [online]. Available from: <http://www.iea.sp.gov.br/out/>. Acessado em 20 de Maio de 2019.

IEA/CATI ANUÁRIOS– **Instituto de Economia Agrícola**. 2017. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/> Acessado em 12 de Julho de 2019.

JAMIL, M.; REHMAN, S. U.; LEE, K. J.; KIM, J. M.; KIM, H.; RHA, E. S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agrícola**. v. 64, n.2, p.111-118, 2007.

JASPERS, P.; KANGASJÄRVI, J. Reactive oxygen species in abiotic stress signaling. **Physiology Plant**, v.138, n.4, p.405-13, 2010.

JESUS, C. G. **Estresse salino em rúcula (*Eruca sativa* Mill.) hidropônica: aspectos fisiológicos, bioquímicos e nutricionais**. Recife: UFRPE, 2011. 73p. Dissertação Mestrado.

JESUS, C. G.; SILVA JÚNIOR, F. J.; CAMARA, T. R.; SILVA, E. F. F.; WILLADINO, L. Produção de rúcula sob estresse salino em sistema hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 493-497, 2015.

KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, Peroxidase, and Polyphenoloxidase Activities during Rice Leaf Senescence. **Plant Physiology**, v. 57, p. 315-319, 1976.

KHAN, M. N.; SIDDIQUI, M. H.; MOHAMMAD, F.; NAEEM, M. Interactive role of nitric oxide and calcium chloride in enhancing tolerance to salt stress. **Nitric oxide**, v.27, n.4, p.210-218, 2012.

KHEDR, A. H.; ABBAS, M. A.; WAHID, A. A.; QUICK, W. P. ABOGADALLAH, G. M. Proline induces the expression. Of salt-stress-responsive proteins and may improve the adaptation of *Panocratium maritimum* L. to salt-stress. **Journal of Experimental Botany**, v.54, n.392, p.2553-62, 2003.

KRAUSE, G.H., WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. *Annu Rev Plant Physiol*. **Plant Molecular Biology**,42:313-349, 1991.

KUMAR, A.; PRASAD, A.; SEDLÁROVÁ, M.; POSPÍSIL, P. Data on detection of singlet oxygen, hydroxyl radical and organic radical in *Arabidopsis thaliana*. **Data in Brief**, v. 21, p.2246–2252, 2018.

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

LI, X.; AN, S.; ENEJI, A. E.; TANABE, K. Salinity and defoliation effects on soybean growth. **Journal of Plant Nutrition**, v.29, p.1499-1508, 2006.

LIPTON, S. A; CHOI, Y. B.; PAN, Z. H.; LEI, S. Z.; CHEN, H. S. V.; SUCHER, N. J.; LOSCALZO, J.; SINGEL, D. J.; STAMLER, J. S. A redox-based mechanism for the neuroprotective effects of nitric oxide and related nitroso-compounds. **Nature**, v.364, p.626-632, 1993.

LUZ, J.M.Q.; GUIMARÃES, S.T.M.R.; KORNDÖRFER, G.H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. **Horticultura Brasileira**, v.24, n. 3, p.295-300, 2006.

MADHANIA, S.; MADAN, S.; SAWHNEY, V. Antioxidant defense mechanism under salt stress in wheat seedlings. **Biologia Plantarum**, v.50, p.227-231, 2006.

MAIA, J. M.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VOIGT, E. L.; MACÊDO, C. E. C.; PONTE, L. F. A.; SILVEIRA, J. A. G. Atividade de enzimas antioxidantes e inibição do crescimento radicular de feijão caupi sob diferentes níveis de salinidade. **Acta Botanica Brasilica**, v.26, n.2, p.342-349, 2012.

MANAI, J.; KALAI, T.; GOUIA, H.; CORPAS, F. J. Exogenous nitric oxide (NO) ameliorates salinity-induced oxidative stress in tomato (*Solanum lycopersicum*) plants. **Journal Soil Science Plant Nutrition**, v.14, p. 433-446, 2014.

MÄSER, P.; GIERTH, M.; SCHROEDER, J.I. Molecular mechanisms of potassium and sodium uptake in plants. **Plant and Soil**, v.247, p. 43-54, 2002.

MEDEIROS, J. F; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 248-255, 2007.

MELO, H. F.; SOUZA, E. R.; DUARTE, H. H. F.; CUNHA, J. C.; SANTOS, H. R. B. Gas exchange and photosynthetic pigments in bell pepper irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, p. 38-43, 2017.

MILLER, G.; SUZUKI, N.; CIFTCI-YILMAZ, S.; MITTLER, R. Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. **Plant Cell Environment**, v.33, p. 453-467, 2010.

MINITAB Inc. **Statistical Software Data Analysis Software**. Version 17, 2014.

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

MORAES, D. P.; FERNANDES, A. L. M.; DIAS, N. S.; COSME, C. R.; SOUZA NETO, O. N. Rejeito salino e solução nutritiva em alface cultivada em sistema hidropônico. **Magistra**, v.26, p.353-360, 2014.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 3, p. 645–663, 2005.

MUNNS, R. Plant Adaptations to Salt and Water Stress: Differences and Commonalities. **Advances in Botanical Research**, New York, v.57, p. 1-32, 2011.

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

MURGIA, I.; PINTO, M. C. de; DELLEDONNE, M.; SOAVE, C.; GARA, L. de. Comparative effects of various nitric oxide donors on ferritin regulation, programmed cell death, and cell redox state in plant cells. **Journal of Plant Physiology**, v. 161, p. 777-783, 2004.

NABI, R. B. S.; TAYADE, R.; HUSSAIN, A.; KULKARNI, K. P.; IMRAN, Q. M.; MUN, B.; YUN, B. Nitric oxide regulates plant responses to drought, salinity, and heavy metal stress. **Environmental and Experimental Botany**. v. 161, p. 120-133, 2019.

NEILL, S.; BARROS, R.; BRILHANTE, J.; DESIKAN, R.; HANCOCK, J.; HARRISON, J.; MORRIS, P.; RIBEIRO, D.; WILSON, I. Óxido nítrico, fechamento estomático e estresse abiótico. **Journal of Experimental Botany**, vol. 59, n. 2, p.165-176, 2008.

NEILL, S.J., DESIKAN, R., HANCOCK, J.T. Nitric oxide signaling in plants. **New Phytologist**, v.159, p.11-35, 2003.

NEILL, S.J.; DESIKAN, R.; HANCOCK, J.T. Nitric oxide is a novel compound of abscisic acid signalling in stomatal guard cells. **Plant Physiology**, v.128, p.13-16, 2002.

NETO, E. B.; BARRETO, L. P. **As técnicas de hidroponia**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, v. 8 e 9, p.107-137, 2012.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA, A. A. T.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 465-471, 2013a.

- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; LIMA, L. A.; ALVES, R. C.; RÉGIS, L. R. L.; SANTOS, S. T. Estresse salino e biorregulador vegetal em feijão caupi. **Irriga**, v. 22, n. 2, p. 314-329, 2017.
- OLIVEIRA, F. A.; SOUZA NETA, M. L.; SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. Desempenho de cultivares de rúcula sob soluções nutritivas com diferentes salinidades. **Revista Agro@mbiente**, v. 7, n. 2, p. 170-178, 2013b.
- OLIVEIRA, W. J.; SOUZA, E. R.; SANTOS, H. R. B.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, H. H. F.; MELO, D. V. M. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 3, p. 2592-2063, 2018.
- PAULUS, D.; NETO, D. D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Revista de Horticultura Brasileira**, v.28, n.1, 2010.
- PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v. 59, n.1, p. 110-117, 2012.
- PEIXOTO, H. P. P.; CAMBRAIA, J.; SANT'ANNA, R.; MOSQUIM, P. R.; MOREIRA, M. A. Aluminium effects on lipid peroxidation and the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11, p. 137-143, 1999.
- PENG, Z.; LU, Q.; VERMA, D. P. S. Reciprocal regulation of $\Delta 1$ -pyrroline-5-carboxylate synthetase and proline dehydrogenase genes controls proline levels during and after osmotic stress in plants. **Molecular and General Genetics**, v.253, n.3, p.334-341, 1996.
- PLANCHET, E.; VERDU, I.; DELAHAIE, J.; CUKIER, C.; GIRARD, C.; PAVEN, M. C. M.; LIMAMI, A. M. Absciscic acid-induced nitric oxide and proline accumulation in independent under water-deficit stress during seedling establishment in *Medicago truncatula*. **Journal of Experimental Botany**, v.65, n.8, p.2161-2170, 2014.
- POTRICH, A. C. G.; PINHEIRO, R. R.; SCHMIDT, D. Alface hidropônica como alternativa de produção de alimentos de forma sustentável. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15; p. 36-48, 2012.
- PRAXEDES, S.C.; LACERDA, C.F. de; DAMATTA, F.M.; PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E. Salt tolerance is associated with differences in ion accumulation, biomass allocation and photosynthesis in cowpea cultivars. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.196, p.193-204, 2010.
- RAHMAN, A.; HOSSAIN, MD. S.; MAHMUD, J.-AL.; NAHAR, K.; HASANUZZAMAN, M.; FUJITA, M. Manganese-induced salt stress tolerance in rice seedlings: regulation of ion homeostasis, antioxidant defense and glyoxalase systems. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 22, p. 291–306, 2016.

RAMA DEVI, S.; PRASAD, M. N. V. Copper toxicity in *Ceratophyllum demersum* L. (Coontail), a free floating macrophyte: Response of antioxidant enzymes and antioxidants. **Plant Science**, v. 138, p. 157-165, 1998.

RESENDE, M. L. V.; SALGADO, S. M. L.; CHAVES, Z. M. Espécies Ativas de Oxigênio na Resposta de Defesa de Plantas a Patógenos. **Fitopatologia brasileira**, v.28, p.123-130, 2003.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

RODRIGUES, L. R. F. **Cultivo pela técnica de hidroponia**: técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido, Jaboticabal: FUNEP, 2002. 726 p.

ROHÁČEK, K.; BARTÁK, M. Tehcnique of the modulated chlorophyll fluorescence: basic concepts, useful parameters, and some applications. **Photosynthetica**, v. 37, n. 03, p. 339-363, 1999.

ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D.; ARAÚJO, F. B. S. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza, Embrapa-CNPAT. 2002. 6p. (Comunicado Técnico, 54).

ROSSATTO, T.; AMARAL, M. N.; BENITEZ, L. C.; VIGHI, I. L.; BRAGA, E. J. B.; MAGALHAES JÚNIOR, A. M.; MAIA M. A. C; PINTO, L. S. Gene expression and activity of antioxidant enzymes in rice plants, cv. BRS AG, under saline stress. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, n. 23, v. 4, p. 865-875, 2017.

ROY, S. J.; NEGRÃO, S.; TESTER, M. Salt resistant crop plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v.26, p.115-124, 2014.

SAKATA. **Alface**. Disponível em: <https://www.sakata.com.br/hortalicas/folhosas/alface/crespa/vera>, acessado dia 30 de setembro de 2019.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEY, H. R.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, S. S.; FILHO, D. H. G. Substratos e tempo de renovação da água residuária no crescimento do girassol ornamental em sistema semi-hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n.8, p.790–797, 2014.

SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, D. J. R.; MONTENEGRO, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.9, 2010.

SANZ, L.; ALBERTOS, P.; MATEOS, I.; SÁNCHEZ-VICENTE, I.; LECHÓN, T.; FERNÁNDEZ-MARCOS, M.; LORENZO, O. Nitric oxide (NO) and phytohormones

crosstalk during early plant development. **Journal of Experimental Botany**, v.66, n. 10, p.2857-2868, 2015.

SARMENTO, J. D. A.; MORAIS, P. L. D.; ALMEIDA, M. L. B.; SOUSA NETO O. N.; DIAS, N. da S. Qualidade e conservação da alface cultivada com rejeito da dessalinização. **Revista Caatinga**, v. 27, p. 90 – 97, 2014.

SCHREIBER, U. Detection of rapid induction kinetics with a new type of high-frequency modulated chlorophyll fluorometer. **Photosynthesis Research**, v.9, p.261-272, 1986.

SEABRA, A. B.; MAHENDRA, R.; NELSON, D. Emerging Role of Nanocarriers in Delivery of Nitric Oxide for Sustainable Agriculture. *Nanotechnologies in Food and Agriculture*. **Springer International Publishing**, p.183-207, 2015.

SERRAJ, R.; McNALLY, K. L.; SLAMET-LOEDIN, I; KOHLI, A.; HAEFELE, S. M.; ATLIN, G.; KUMAR, A. Drought Resistance Improvement in Rice: An Integrated Genetic and Resource Management Strategy. **Plant Production Science**, v. 14, 2011.

SERRAJ, R.; SINCLAIR, T.R. Osmolyte Accumulation: Can It Really Help Increase Crop Yield under Drought Conditions? **Plant, Cell & Environment**, v.25, p.333-341, 2002.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e Nutrição**: fator de saúde e desenvolvimento. 1.ed. Campinas: UNICAMP, 387p, 1987.

SHAFI, A.; CHAUHAN, R.; GILL, T.; SWARNKAR, M. K.; SREENIVASULU, Y.; KUMAR, S.; KUMAR, N.; SHANKAR, R.; AHUJA, P. S.; SINGH, A. K. Expression of SOD and APX genes positively regulates secondary cell wall biosynthesis and promotes plant growth and yield in *Arabidopsis* under salt stress. **Plant Molecular Biology**, v.87, p.615-631, 2015.

SHARMA, P.; JHA, A. B.; DUBEY, R. S.; PESSARAKLI, M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidante defense mechanism in plants under stressful conditions. **Journal of Botany**, v.12, 2012, 26p.

SHEOKAND, S.; KUMARI, A. (2015) **Nitric Oxide and Abiotic Stress-Induced Oxidative Stress**. In: KHAN, M.; MOBIN, M.; MOHAMMAD, F.; CORPAS, F. (eds) *Nitric oxide action in abiotic*, Springer, Heidelberg. p. 43-63.

SHI, H.; YE, T.; ZHU, J.; CHAN, Z. Constitutive production of nitric oxide leads to enhanced drought stress resistance and extensive transcriptional reprogramming in *Arabidopsis*. **Journal Experimental Botany**, v.65, n.15, p.4119-4131, 2014.

SHI, Q.; DING, F.; WANG, X.; WEI, M. Exogenous nitric oxide protect cucumber roots against oxidative stress induced by salt stress. **Plant Physiology and biochemistry**, v.45, p. 542-550, 2007.

SILVA, B. A.; SILVA, A. R.; PAGIUCA, L. G. Cultivo Protegido: Em busca de mais eficiência produtiva! **Revista Técnica Hortifruti Brasil**, p.10-18, 2014. Disponível em: http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/132/mat_capa.pdf Acesso 12 de Julho de 2019.

SILVA, E.N. da; RIBEIRO, R.V.; FERREIRA-SILVA, S.L.; VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. **Journal of Arid Environments**, v.74, p.1130-1137, 2010.

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JUNIOR, M. J.; NASCIMENTO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, (Suplemento), p. S66-S72, 2014.

SILVEIRA, N. M.; FRUNGILLO, L.; MARCOS, F. C.; PELEGRINO, M. T.; MIRANDA, M. T.; SEABRA, A. B.; SALGADO, I.; MACHADO, E. C.; RIBEIRO, R. V. Exogenous nitric oxide improves sugarcane growth and photosynthesis under water deficit. **Planta**, v.244, p.181-190, 2016.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; MELO, R. F.; JORGE, C. A.; BONFIM-SILVA, E. M. Produção de alface utilizando águas salobras em sistema hidropônico. **Irriga**, v.12, p.235-248, 2007.

SONG, L.; DING, W.; ZHAO, M.; SUN, B.; ZHANG, L. Nitric oxide protects against oxidative stress under heat stress in the calluses from two ecotypes of reed. **Plant Science**, v.171, p.449-458, 2006.

SOUTO FILHO, L. T.; LAIME, E. M. O.; FERNANDES, P. D.; SUASSUNA, J. F.; SILVA, R. C. Efeito da salinidade nas trocas gasosas de duas cultivares de cana-de-açúcar. **Engenharia Ambiental**, v.11, n.2, p.067-082, 2014.

SRIPORNADULSIL, S.; TRAINA, S.; VERMA, D. P. S.; SAYRE, R. Molecular mechanisms of proline-mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae. **Plant Cell**, v.14, n.11, p.2837-2847, 2002.

SU, J.; ZHANG, Y.; NIE, Y.; CHENG, D.; WANG, R.; HUALI, H.; CHEN, J.; ZHANG, J.; DU, Y.; SHEN, W. Hydrogen-induced osmotic tolerance is associated with nitric oxide-mediated proline accumulation and reestablishment of redox balance in alfalfa seedlings. **Environmental and Experimental Botany**, v.147, p.249-260, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Piracicaba, Artmed, 2017, 888p.

TALUKDAR, D. Arsenic-induced oxidative stress in the common bean legume, *Phaseolus vulgaris* L. seedlings and its amelioration by exogenous nitric oxide. **Physiology molecular biology plants**, v.19, n.1, p.69,79, 2013.

TEISSEIRE, H.; GUY, V. Copper-induced changes in antioxidant enzymes activities in fronds of duckweed (*Lemna minor*). **Plant Science**, v. 153, p. 65–72, 2000.

TESTER M.; DAVENPORT R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transportin higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, p.503–527, 2003.

TURKAN, I. Plant responses to drought and salinity stress: developments in post-genomic Era. In: TURKAN, I. (Ed) **Advances in botanical research**. London: Elsevier, v. 57, p.105-150, 2011.

VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. Proline accumulation in plants: a review. **Amino Acids**, v.35, p.753-759, 2008.

VON CAEMMERER, S.; FARQUHAR, G. D. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. **Planta**, v.153: 376-387, 1981.

VRANOVÁ, E.; ATICHARTPONGKUL, S.; VILLARROEL, R.; MONTAGU, M. V.; INZÉ, D.; CAMP, W. V. **Comprehensive analysis of gene expression in *Nicotiana tabacum* leaves acclimated to oxidative stress** PNAS, v.99, p. 10870-10875, 2002.

WANG, P.; Du, Y.; HOU, Y. J.; ZHAO, Y.; HSU, C. C.; YUAN, F.; ZHU, J. K. Nitric oxide negatively regulates abscisic acid signaling in guard cells by S-nitrosylation of OST1. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.112, p.613-618, 2015.

WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b; as well as total carotenoids; using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**. v.144, p.307-313, 1994.

XUE, Q.W.; WEISS, A.; BAENZIGER, P.S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v.175, p.261-270, 2004.

ZEMRI, K.; AMAR, Y.; BOUTIBA, Z.; ZEMRI, M.; POPOVIC, R. Use of chlorophyll fluorescence to evaluate the effect of chromium on activity photosystem ii at the alga *scenedesmus obliquus*. **International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences**, v.12, p.304-314, 2012.

ZHANG, H.X.; BLUMWALD, E. Transgenic Salt-Tolerant Tomato Plants Accumulate Salt in Foliage But Not in Fruit. **Nature Biotechnology**, v. 19, p.765-768, 2001.

ZHAO, L.; ZHANG, F.; GUO J.; YANG, Y.; LI, B.; ZHANG, L. Nitric oxide functions as a signal in salt resistance in the calluses from two ecotypes of reed. **Plant Physiology**, v.134, p.849-57, 2004.