

Desenvolvimento Sustentável do Semiárido Brasileiro

**Karine Dalazoana
(Organizadora)**



Desenvolvimento Sustentável do Semiárido Brasileiro

**Karine Dalazoana
(Organizadora)**



2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
D451	<p>Desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro [recurso eletrônico] / Organizadora Karine Dalazoana. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-72478-007 DOI 10.22533/at.ed.007192511</p> <p>1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente – Nordeste. 3. Sustentabilidade. I. Dalazoana, Karine.</p> <p style="text-align: right;">CDD 363.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra Desenvolvimento Sustentável do Semiárido Brasileiro resulta do esforço de pesquisadores de universidades, institutos de pesquisa e educação brasileiros no sentido de promover estratégias para a conservação da natureza e para o uso sustentável dos recursos naturais.

Em função das suas peculiaridades geomorfológicas, climáticas, ecológicas e considerando o seu histórico de uso e ocupação humana, a região do semiárido nordestino concentra a maior parcela da população brasileira em situação de pobreza. Visto isso, faz-se necessário desenvolver estratégias para a superação dos entraves sociais, que busquem a utilização sustentável dos recursos que a região naturalmente oferece, levando inovação e tecnologias sustentáveis à população, permitindo o acesso à informação, gerando melhoria na qualidade de vida e o acesso à renda.

Para tanto, nesta obra são apresentados trabalhos diversos desenvolvidos no intuito de promover o desenvolvimento e a melhoria da qualidade de vida da população urbana e rural do semiárido brasileiro.

O primeiro trabalho busca compreender o comportamento de espécies vegetais submetidas à estresse salino, com vistas a compreensão dos aparatos fisiológicos das plantas para sobreviver às condições impostas pelos solos da região semiárida no Nordeste brasileiro. Outra estratégia foi analisar a suscetibilidade das plantas aos agentes patogênicos e como o hipoclorito, que é um produto de baixo custo e fácil acesso, pode auxiliar no sentido do controle de fitopatógenos nas sementes de angico-branco, uma planta nativa da Caatinga nordestina.

Nesse sentido, é apresentado um estudo sobre antibiose do extrato de eucalipto em relação ao desenvolvimento de microrganismos que promovem a murcha bacteriana na cultura do tomate. Assim, a detecção de ativos naturais como o extrato de eucalipto no controle de fitopatógenos se apresenta como alternativa sustentável ambientalmente e economicamente para a região.

O estudo sobre cultivares de girassol, que se apresenta adiante, tem por objetivo avaliar a adaptação ecológica da planta às altas temperaturas e à escassez hídrica característica da região. Os resultados foram satisfatórios, uma vez que a planta concluiu seu ciclo mais rapidamente que nas demais regiões do País, se apresentando como uma alternativa na geração de renda complementar para o pequeno produtor rural.

Na sequência, tem-se o relato das experiências obtidas a partir do projeto “amigos da onça”, que visa a conservação dos mamíferos da Caatinga. A partir do monitoramento das populações de mamíferos, com destaque para a onça-pintada e a onça-parda, são desenvolvidas estratégias que auxiliam na promoção da conservação do ecossistema como um todo na região norte da Bahia. Por outro lado, o texto revela também a carência de estudos sobre os mamíferos da região e a grande demanda por investimentos em conservação da natureza nos ecossistemas do semiárido,

em detrimento da fragmentação dos ecossistemas e da perda de hábitat que vem ocorrendo diuturnamente em virtude do uso e ocupação irregular das áreas naturais.

A obra finda comum trabalho em educação ambiental, no qual objetivou-se a construção de um jardim no espaço escolar com espécies nativas da Caatinga. O trabalho teve impacto positivo tanto com os alunos, contribuindo para a percepção de um ambiente com aspectos da natureza regional, como para a comunidade que passou a valorar aquele espaço como um lugar para a aprendizagem e para a conservação da flora nativa.

Desse modo, a obra Desenvolvimento Sustentável do Semiárido Brasileiro espera integrar os conhecimentos científicos, apreendidos formalmente, com práticas sustentáveis, assim como despertar o senso crítico em relação à temática da conservação e do desenvolvimento dos ecossistemas e biomas brasileiros.

Boa leitura

Karine Dalazoana

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTRESSE SALINO NO CRESCIMENTO INICIAL E METABOLISMO DE NITROGÊNIO EM PLANTAS DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.)	
Erinaldo Gomes Pereira	
Albiane Carvalho Dias	
Camilla Santos Reis de Andrade da Silva	
Liliandra Barreto Emídio Gomes	
Lorraine Cristina Henrique Almeida	
Natália dos Santos Ferreira	
Otavio Augusto Queiroz dos Santos	
Octávio Vioratti Telles de Moura	
Cássia Pereira Coelho Bucher	
Carlos Alberto Bucher	
Everaldo Zonta	
Manlio Silvestre Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.0071925111	
CAPÍTULO 2	10
TESTE DE SANIDADE DE SEMENTES DE <i>Anadenanthera colubrina</i> (VELL) (ANGICO BRANCO)	
Sebastiana Renata Vilela Azevedo	
Geovana Gomes de Sousa	
Wesley Costa Ferreira	
Marília Gabriela Caldas Pinto	
Gilvan José Campelo dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.0071925112	
CAPÍTULO 3	16
ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE EXTRATO AQUOSO DE EUCALIPTO (<i>Eucalyptus grandis</i> HILL) SOBRE O DESENVOLVIMENTO IN VITRO DE <i>Ralstonia solanacearum</i>	
Raquel Maria da Silva	
Wemerson Silva dos Santos	
Kedma Maria Silva Pinto	
DOI 10.22533/at.ed.0071925113	
CAPÍTULO 4	22
ANÁLISE DE CULTIVARES DE GIRASSOL (<i>Helianthus annuus</i> L.) NO SEMIÁRIDO ALAGOANO: ASPECTO AGROSSOCIAL	
José Gomes Chaves	
Natali Dayse do Nascimento	
Analice Ferreira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0071925114	
CAPÍTULO 5	31
EXPERIÊNCIAS COM MAMÍFEROS CARNÍVOROS NA CAATINGA	
Cláudia Sofia Guerreiro Martins	
Carolina Franco Esteves	
Cláudia Bueno de Campos	
DOI 10.22533/at.ed.0071925115	
CAPÍTULO 6	44
EDUCAÇÃO AMBIENTAL: CIRCULANDO CONHECIMENTO NO JARDIM CAATINGUEIRO DA	

ESCOLA EVANGÉLICA EM PETROLINA - PE

Rosimary de Carvalho Gomes Moura
Magda Oliveira Mangabeira Feitoza
Ana Rúbia Torres de Carvalho
Elisângela Maria do Nascimento Costa

DOI 10.22533/at.ed.0071925116

SOBRE A ORGANIZADORA..... 47

ÍNDICE REMISSIVO 48

CAPÍTULO 1

ESTRESSE SALINO NO CRESCIMENTO INICIAL E METABOLISMO DE NITROGÊNIO EM PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Erinaldo Gomes Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos
Seropédica – Rio de Janeiro

Albiane Carvalho Dias

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos
Seropédica – Rio de Janeiro

Camilla Santos Reis de Andrade da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos
Seropédica – Rio de Janeiro

Liliandra Barreto Emídio Gomes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos
Seropédica – Rio de Janeiro

Lorraine Cristina Henrique Almeida

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos
Seropédica – Rio de Janeiro

Natália dos Santos Ferreira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos
Seropédica – Rio de Janeiro

Otavio Augusto Queiroz dos Santos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos
Seropédica – Rio de Janeiro

Octávio Vioratti Telles de Moura

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos

Seropédica – Rio de Janeiro

Cássia Pereira Coelho Bucher

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos
Seropédica – Rio de Janeiro

Carlos Alberto Bucher

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento Fitotecnia
Seropédica – Rio de Janeiro

Everaldo Zonta

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos
Seropédica – Rio de Janeiro

Manlio Silvestre Fernandes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos
Seropédica – Rio de Janeiro

RESUMO: A salinidade presente em solos áridos configura-se como um dos fatores limitantes para o desenvolvimento vegetal, alterando a absorção, assimilação e transporte de nutrientes. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento e os teores de metabólitos solúveis em plantas de arroz cultivadas em condição salina. Para gerar o estresse salino foi preparada uma solução nutritiva de Hoagland e Arnon modificada, e adicionado NaCl suficiente para atingir uma concentração de 90 mM. Como controle foram

utilizadas plantas que não passaram por este estresse. Foi determinada a atividade da enzima nitrato redutase (NR) nas raízes e nas folhas, massa fresca de raiz, bainha e folha, parâmetros radiculares e teores de nitrato, amônio, aminoácidos e açúcares solúveis. Plantas submetidas a estresse salino apresentaram menor atividade da (NR) e menor desenvolvimento de massa fresca, sendo que a folha foi a parte mais afetada (redução de 90% e 66%, respectivamente). A menor massa fresca de raízes refletiu em menores valores de todos os parâmetros radiculares analisados, tanto para a classe de raízes finas, quanto para a classe de raízes grossas. Foi observado acúmulo de nitrato, aminoácidos totais e açúcares solúveis nas folhas das plantas submetidas ao estresse. Com base nos resultados obtidos neste trabalho sugere-se que a dose de 90 mM de NaCl gera um estresse severo em plantas de arroz da variedade Piauí, e que esse estresse dificulta a atividade de enzimas de assimilação de N, levando ao acúmulo de metabólitos solúveis, resultando em menor crescimento da planta, principalmente da parte aérea.

PALAVRAS-CHAVE: NaCl, Salinidade, Nitrogênio

SALT STRESS IN INITIAL GROWTH AND NITROGEN METABOLISM IN RICE PLANTS (*ORYZA SATIVA L.*)

ABSTRACT: Salinity present in arid soils is one of the limiting factors for plant development, altering the absorption, assimilation and transport of nutrients. The objective of the present work was to evaluate the development and soluble metabolite contents in saline cultivated rice plants. To generate salt stress a modified Hoagland and Arnon nutrient solution was prepared and NaCl was added at a concentration of 90 mM. As control were used plants that did not go through this stress. The activity of nitrate reductase enzyme in roots and leaves, fresh root mass, sheath and leaf, root parameters and levels of nitrate, ammonium, amino acids and soluble sugars were determined. Plants subjected to saline stress showed lower nitrate reductase activity and less fresh mass development, with the leaf being the most affected part (90% and 66% reduction, respectively). The lower fresh root mass reflected lower values of all root parameters analyzed for both the thin root class and the thick root class. Accumulation of nitrate, total amino acids and soluble sugars in the leaves of plants under stress were observed. Based on the results obtained in this work, it is suggested that the 90 mM NaCl dose causes severe stress in Piauí rice plants, and that this stress hinders the activity of N assimilation enzymes, leading to accumulation of soluble metabolites, and resulting in lower plant growth, especially in the aerial part.

KEYWORDS: NaCl, Salinity, Nitrogen.

1 | INTRODUÇÃO

A salinidade do solo é um dos grandes entraves para a produção agrícola de muitos países, afetando aproximadamente 33% das terras aradas do mundo. Este quadro pode se agravar nos próximos anos devido as mudanças do clima (ZHU et al.,

2015).

A elevada concentração de sais nos solos ocasiona perdas para a agricultura mundial seja por causar perdas em cultivos já estabelecidos, ou por inviabilizar a exploração de novas áreas agricultáveis (MUNNS et al., 2006).

No Brasil solos salinos e sódicos ocorrem no Rio Grande do Sul, na região do Pantanal Mato-grossense e, com predomínio na região semiárida do Nordeste (RIBEIRO et al., 2003). Somente na região Nordeste 25% das áreas irrigadas foram salinizadas (GHEYI, 2000), problema que se tornou comum nos polos de agricultura irrigada desta região (SILVA et al., 2011).

Além de afetar o solo, a salinidade afeta também as plantas, sobretudo de duas maneiras: pelo aumento do potencial osmótico do solo, quanto mais salino for um solo, maior será a energia gasta pela planta para absorver água e com ela os demais elementos vitais; pela toxidez de determinados elementos, principalmente sódio, boro, bicarbonatos e cloretos, que em concentração elevada causam distúrbios fisiológicos nas plantas (BATISTA et al., 2002).

Quando a concentração de sais no solo atinge níveis acima do tolerado pelas plantas, o crescimento das mesmas é comprometido, em virtude da redução na absorção de água e devido a elevada concentração de íons no fluxo transpiratório que causa injúrias nas folhas (MUNNS, 2005).

Plantas adaptadas a ambientes salino são denominadas de halófitas, podendo sobreviver em ambientes onde a concentração de NaCl é superior a 200 mM (FLOWERS; COLMER, 2008). As plantas sensíveis ou hipersensíveis à salinidade são denominadas de glicófitas, e representam a maioria das culturas existentes (YOKOI et al., 2002).

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos principais cereais consumidos diariamente por metade da população mundial, o que demanda de grande quantidade de fertilizantes, principalmente de nitrogênio, um dos nutrientes mais requeridos pela planta.

A planta de arroz é caracterizada como a planta de cultivo mais sensível a sais (HOANG et al., 2016). Ambientes salinos são extremamente desafiantes a plantas de arroz, principalmente no estágio vegetativo de plântula e no estágio reprodutivo, e levam muitas vezes a supressão da fotossíntese e crescimento, o que resulta em menor crescimento e perda de biomassa (RADANIELSON, 2018). Quando em níveis acima do tolerável, a salinidade dos solos ocasiona perdas no estabelecimento de estande e diminuição do afilhamento, clorose e morte de folhas e redução da estatura de plantas, além de aumentar a esterilidade das espiguetas e o número de perfilhos não produtivos.

Durante a germinação o arroz é tolerante a níveis de salinidade de aproximadamente 12 dS m⁻¹, passando rapidamente para uma fase de alta sensibilidade durante o estágio plântula (1-3 semanas), sendo esta afetada por níveis de salinidade entre 2,0 e 3,0 dS m⁻¹, provocando uma redução no estabelecimento do estande de plantas, reduzindo a produção e a produtividade das lavouras. Outro

período crítico para a cultura inicia 10 dias antes e se estende até 10 dias após ao período correspondente a floração, sendo que a planta de arroz é sensível a níveis de salinidade entre 2,0 e 5,0 dS m⁻¹, nesta fase a presença da salinidade ocasiona a infertilidade das flores acarretando em um grande número de panículas improdutivas reduzindo muito a produtividade das propriedades (SINGH; FLOWERS, 2010).

Melhorar a tolerância ao sal é um grande desafio, porém é essencial para garantir segurança alimentar para bilhões de pessoas e assegurar o desenvolvimento no mundo.

O objetivo do trabalho foi verificar o desenvolvimento inicial de plantas de arroz submetidas a condição salina, e relatar como essa condição afeta o metabolismo de nitrogênio.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em câmara de crescimento do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (LNMP), localizado no departamento de solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Foi utilizado um fotoperíodo de 14h/10h (luz/escuro), com um fluxo de fótons fotossintético de 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, umidade relativa de 70%, e temperatura de 28 °C/24 °C (dia/noite).

Sementes de arroz, variedade Piauí, foram desinfestadas em hipoclorito de sódio a 2,5%, lavadas seis vezes em água destilada e colocadas para germinar sob gase em vaso contendo água destilada. Sete dias após a germinação foram transferidas para vasos de 0,7 litros contendo solução nutritiva de Hoagland e Arnon, 1950, a princípio com 1/4 de força iônica (fi) e 0,2 mM de nitrato (NO₃⁻), e após seis dias para solução com 1/2 fi e 2mM de NO₃⁻, permanecendo nessa condição por 9 dias. Passado esse período, as plantas foram divididas em dois grupos, um grupo continuou a receber a solução nutritiva sem aplicação de NaCl (0 mM) e o outro grupo passou a receber 90 mM de NaCl. Foram utilizadas cinco repetições por tratamento, e a solução nutritiva foi repostada a cada três dias.

Passados 14 dias do início da aplicação do tratamento, as plantas foram coletadas, separadas em raiz, bainha e folha, e determinada as respectivas massas frescas. Uma raiz de cada repetição foi separada, acondicionada em etanol 50% e utilizada para determinação dos parâmetros radiculares com auxílio do programa WinRHIZO 2012b.

No momento da coleta 0,2 gramas de raízes e folhas foram separados e utilizados para determinação da atividade da enzima nitrato redutase de acordo com Jaworski (1971).

Para determinação das frações solúveis foi separado 0,25 gramas de raízes, bainhas e folhas, os quais foram armazenados em álcool 80%. Após partição com clorofórmio foram determinados os teores de NO₃⁻ (MIRANDA et al., 2001), NH₄⁺ (FELKER, 1977), aminoácidos totais (YEMM; COCKING, 1995) e açúcares solúveis totais (YEMM; WILLIS, 1954).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias analisadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Massa fresca total

Plantas submetidas a 90 mM de NaCl apresentaram redução no desenvolvimento, demonstrado pela menor produção de massa fresca de toda a planta (Tabela 1). A parte aérea teve o desenvolvimento mais prejudicado, redução de 66% na massa fresca de bainhas e folhas. Quando os níveis de salinidade do solo atingem o limiar, que é de 3,0 dS m⁻¹ as plantas respondem imediatamente com uma redução significativa na taxa de crescimento da parte aérea. Esta estratégia resulta em uma menor área foliar, ou seja, uma menor superfície de transpiração refletindo em uma menor necessidade de água, o que evita o aumento da concentração de sais ao redor das raízes, porém esta estratégia não é eficiente para longos períodos de estresse (HASEGAWA et al., 2000).

O sistema radicular teve uma redução de 50%, com isso a relação parte aérea/raiz também foi afetado.

Tratamentos	Raiz	Bainha	Folha	Razão P.A/R
0 mM de NaCl	0,769 a	0,80 a	0,56 a	1,76 a
90 mM de NaCl	0,382 b	0,27 b	0,19 b	1,21 b

Tabela 1. Mass fresca de raízes, bainhas e folhas de plantas de arroz (variedade Piauí) cultivadas com 0 mM e 90mM de NaCl.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais entre linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Miranda et al. (2002) também comprovaram o efeito negativo do NaCl no desenvolvimento das plantas. A inibição do crescimento das plantas submetidas a condições salinas foi ocasionada, possivelmente, por efeitos osmóticos, o qual provocou déficit hídrico e/ou efeitos específicos de íons, que podem ter acarretado toxidez ou desequilíbrio nutricional (MUNNS, 2002). De acordo com Santos (2006) o estresse salino ocorre de forma mais acentuada nos tecidos jovens, afetando os mecanismos de divisão e expansão celular nos pontos de crescimento das plantas.

3.2 Atividade da Nitrato Redutase

A atividade da NR apresentou uma diminuição acentuada nas plantas submetidas ao estresse salino, quando comparadas ao tratamento controle (Figura 1). A redução nas raízes foi de 58%, enquanto na parte aérea foi de 90%. A atividade desta enzima é regulada por uma série de fatores entre eles, a luz, temperatura, e presença de NO₃⁻.

De acordo com os resultados, durante o período de estresse a parte aérea

praticamente cessou a atividade assimilatória do NO_3^- , enquanto as raízes, mesmo sob estresse intenso, manteve 42% de atividade de redução, demonstrando que nessas condições, 90 mM de NaCl em solução, a planta ainda consegue manter parte da atividade assimilatória, evitando a paralização do crescimento e consequentemente a morte.

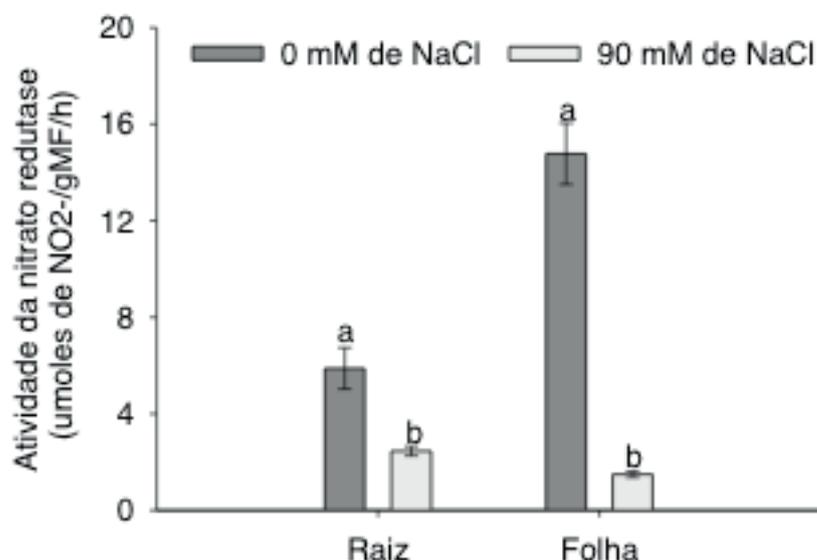


Figura 1. Atividade da enzima nitrato redutase em raízes e folhas de plantas de arroz (variedade Piauí) cultivadas com 0 mM e 90mM de NaCl.

3.3 Metabólitos solúveis

Os teores de NO_3^- foram menores nas raízes e nas bainhas das plantas que passaram por estresse salino, não diferindo significativamente os teores de NO_3^- nas folhas (Tabela 2). Por outro lado, os teores de amônio em todas as partes analisadas foram maiores nas plantas sob estresse.

Amostras	N- NO_3^-		N- NH_4^+		Açúcar Solúvel		N-Amino	
	0 mM	90mM	0 mM	90 mM	0 mM	90mM	0 mM	90 mM
Raiz	10,37 a	3,49 b	2,96 b	3,46 b	2,22 a	1,95 a	8,13 b	9,51 a
Bainha	14,23 a	8,36 b	4,21 b	4,83 a	2,2 a	2,49 a	14,05 b	25,77 a
Folha	4,24 a	4,25 a	6,57 b	12,01 a	3,31 b	5,02 a	26,12 b	76,59 a

Tabela 2. Massa fresca e razão parte aérea/raiz (P.A/R) de plantas de arroz (variedade Piauí) submetidas a 0 e 90 mM de NaCl.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais entre colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Os menores teores de NO_3^- nas raízes revelam uma deficiência de absorção do N fornecido, já os maiores teores de NH_4^+ demonstra que o N que planta conseguiu absorver e reduzir pela ação da enzima nitrato redutase não foi assimilado de forma eficiente, o que gerou acúmulo desse elemento. Os teores de açúcares solúveis, e

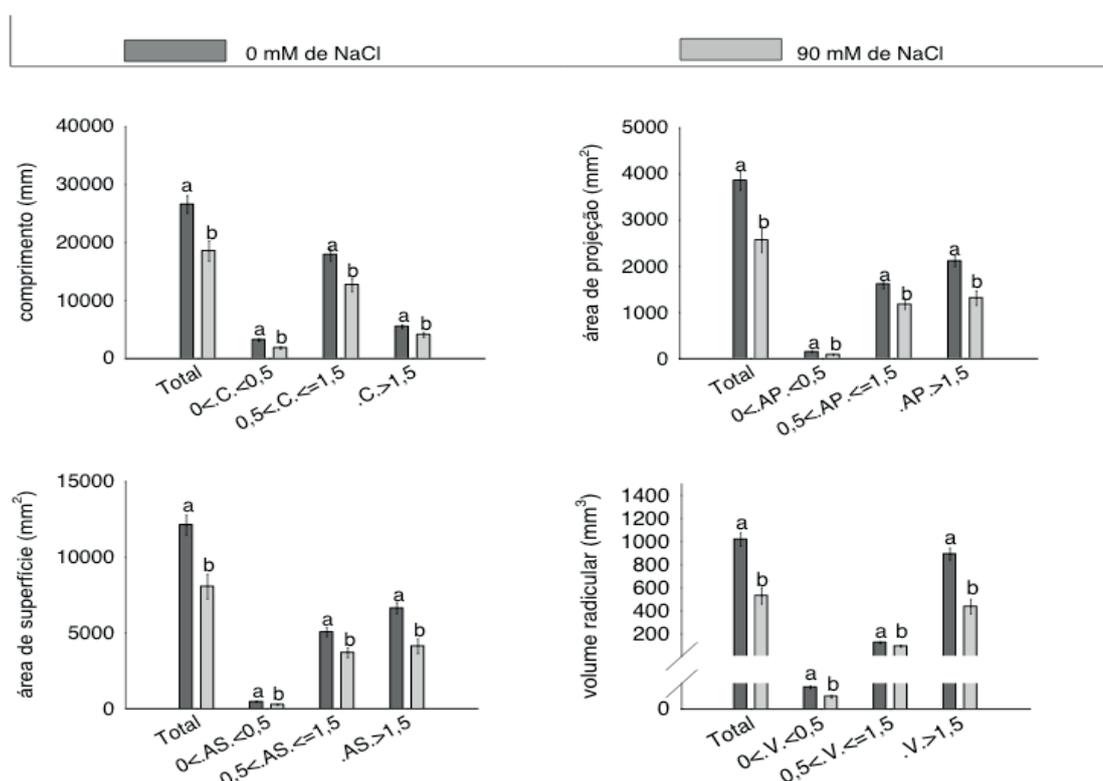
principalmente de aminoácidos livres totais, vão de encontro ao acúmulo de NH_{4+} . Após o NH_{4+} ser reduzido a amônio, é preciso que seja incorporado em esqueletos de carbono (alfa cetoglutarato) fornecido pela atividade fotossintética, produzindo dessa forma os aminoácidos. Porém, nas condições do presente trabalho, ocorreu aparentemente uma forte regulação neste processo. Devido a menor síntese de compostos orgânicos como as proteínas, as plantas acumularam aminoácidos, e como resposta o processo de incorporação do NH_{4+} no alfa-cetoglutarato foi reduzido, o que gerou acúmulo de açúcares solúveis total, principalmente nas folhas por ser o local de síntese desses metabólitos.

3.4 Parâmetros radiculares

As reduções na massa fresca de raízes (Tabela 1) refletiram diretamente nos parâmetros radiculares e, plantas sob estresse salino, apresentaram redução no comprimento de raízes, área de projeção, área de superfície, volume radicular, número de pontas, bifurcação e cruzamentos (Figura 2).

O comprimento de raízes de diâmetro mais grosso foi o mais afetado ($> 1,5$ mm), seguido das raízes de diâmetros intermediários. Para a área de projeção, área de superfície e volume radicular esse quadro se inverteu, sendo as raízes mais grossas as menos afetadas.

A redução no número de pontas, no bifurcamento e no número de cruzamentos demonstra um sistema radicular menos ramificado, o que dificulta a exploração do ambiente e captação de recursos, o que pode ter sido uma estratégia das plantas pois a expansão do sistema radicular exige um grande gasto energético, e em situação de estresse a produção energética é fortemente afetada.



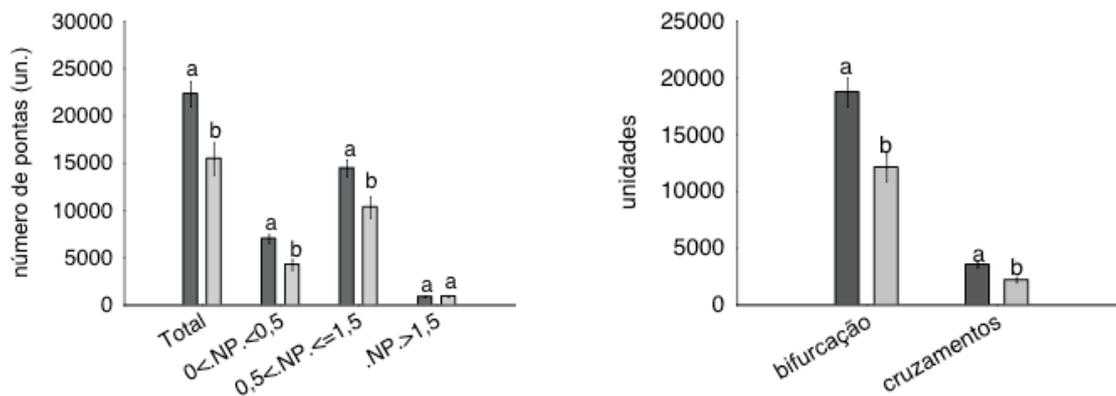


Figura 2. Parâmetros radiculares de plantas de arroz (variedade Piauí) cultivadas com 0 mM e 90mM de NaCl.

4 | CONCLUSÕES

A concentração de 90 mM de NaCl afeta negativamente o desenvolvimento das plantas, sendo a parte aérea mais afetada.

O metabolismo de N sofre grande alteração, o que prejudica a absorção e assimilação do nitrogênio e resulta no acúmulo de metabólitos nitrogenados.

REFERÊNCIAS

BATISTA, M. J.; NOVAES, F.; SANTOS, D. G.; SUGUINO, H. H. 2002. **Drenagem como Instrumento de Dessalinização e Prevenção da Salinização de Solos**. 2.ed., rev. e ampliada. Brasília: CODEVASF, 216p.

FELKER, P. **Micro determination of nitrogen in seed protein extracts**. Analytical Chemistry, v.49, 1977.

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

FLOWERS, T. J.; COLMER, T. D. 2008. **Salinity tolerance in halophytes**. New Phytologist, v.179, n.4, p.945-963.

GHEYI, H. R. 2000. **Problemas de salinidade na agricultura irrigada**. In: OLIVEIRA, T.; ASSIS, J. R.; R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Eds.). Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.329-345.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. California Agricultural of Experimental Station Bull, v.347, p.1-32, 1950.

HOANG TML, TRAN TN, NGUYEN TKT, WILLIAMS B, WURM P, BELLAIRS S, MUNDREE S (2016). **Improvement of salinity stress tolerance in rice: challenges and opportunities**. Agronomy 6(4):54

MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G.; SANTOS, D.R.; FREIRE, A.L.O.; BERTONI, J.C.; MELO, J.R.M. & CALDAS, A.L. **Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (Moringa oleífera Lam.)**. R. Bras. Ci. Solo, 26:957-965, 2002.

MIRANDA, K.M.; ESPEY, M.G.; WINK, D.A. **A rapid, simple spectrophotometric method for simultaneous detection of nitrate and nitrite**. Nitric Oxide v.5, p.62–71, 2001.

- MUNNS, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v.167, n.3, p.645-663.
- MUNNS, R. **Comparative physiology of salt and water stress**. Plant Cell Environ., 25:239-250, 2002.
- MUNNS, R.; RICHARD, A. JAMES, R. A.; LAUCHLI, A. 2006. **Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals**. Journal of Experimental Botany, v.57, n.5, p.1025-1043.
- RADANIELSON AM, ANGELES O, LI T, ISMAIL AM, GAYDON DS (2018) **Describing the physiological responses of different rice genotypes to salt stress using sigmoid and piecewise linear functions**. Field Crop Res 220:46–56.
- RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. 2003. **Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável**. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S; ALVAREZ, V. H. (eds.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p.165-208.
- SILVA, J. L. A.; ALVES, S. S. V.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. V. T.; MEDEIROS, J. F. 2011. **Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades**. Agropecuária Científica no Semiárido, v.7, n.4, p.26-31.
- SINGH, R. K.; FLOWERS, T. J. 36 **The Physiology and Molecular Biology of the Effects of Salinity on Rice**. 2010.
- YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. **The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone**. Biochemical journal, v. 57, n. 3, p. 508, 1954.
- YEMM, E.W. & COCKING, E. C. **The determination of amino-acid with ninhydrin**. Analytical Biochemistry, v.80, p.209-213, 1955.
- YOKOI, S.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M. 2002. Salt stress tolerance of plants. **Jircas Working Report**, Ishigaki, v. 1, p. 25-33.
- ZHU N, CHENG S, LIU X, DU H, DAI M, ZHOU D-X, YANG W, ZHAO Y (2015). **The R2R3- type MYB gene OsMYB91 has a function in coordinating plant growth and salt stress tolerance in rice**. Plant Sci 236:146–156

SOBRE A ORGANIZADORA

Karine Dalazoana - Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Ponta Grossa, PR. Especialista em Educação e Gestão Ambiental pelo Instituto de Estudos Avançados e Pós- Graduação, ESAP, Londrina, PR. Especialista em Educação Inclusiva pela Universidade Cidade de São Paulo, UNICID, SP. Especialista em Gestão Educacional pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR. Mestre em Gestão do Território, Área de Concentração Gestão do Território: Sociedade e Natureza pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Ponta Grossa, PR. Professora de Biologia do Quadro Próprio do Magistério da Secretaria de Estado de Educação, SEED, PR. Professora Adjunta do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais, CESCAGE, Ponta Grossa, PR

ÍNDICE REMISSIVO

C

Caatinga 10, 11, 21, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

Conservação 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

D

Dimensões humanas 31, 32, 36, 37

E

Educação ambiental 44, 45, 46

Espécie florestal 10

F

Fitobacteriose 16, 17

Fitopatologia de sementes 10

Fitossanidade 16, 20

G

Girassol ornamental 22, 23, 24, 25, 28

I

Inserção sociocultural 22

M

Meio ambiente 44

N

NaCl 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8

Nitrogênio 1, 2, 3, 4, 8, 30

O

Onça-parda 31, 32, 34, 35, 36, 37, 40

Onça-pintada 31, 32, 34, 35, 36, 37, 41, 42

P

Planta exótica 16

Q

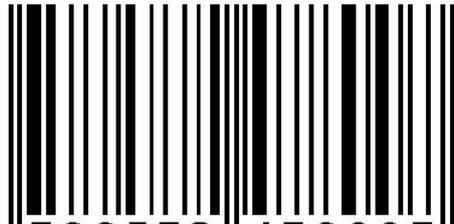
Qualidade sanitária 10

S

Salinidade 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9

Semiárido 8, 9, 11, 15, 22, 23, 30, 31, 40

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-800-7



9 788572 478007