

As Regiões Semiáridas e suas Especificidades 2

Alan Mario Zuffo
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

As Regiões Semiáridas e suas Especificidades 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

R335 As regiões semiáridas e suas especificidades 2 [recurso eletrônico] /
Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena
Editora, 2019. – (As Regiões Semiáridas e suas Especificidades;
v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-191-6

DOI 10.22533/at.ed.916191503

1. Regiões áridas – Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 333.7369

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “As Regiões Semiáridas e suas Especificidades” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 23 capítulos, com conhecimentos tecnológicos das regiões semiáridas e suas especificidades. As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. O semiárido brasileiro tem características peculiares, alimentares, culturais, edafoclimáticas, étnicas, entre outros. Tais diversidades culminam no avanço tecnológico, nas áreas de Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia Agropecuária e Ciências de Alimentos que visam o aumento produtivo e melhorias no manejo e preservação dos recursos naturais, bem como conhecimentos nas áreas de políticas públicas, pedagógicas, entre outros. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes no semiárido brasileiro e, também nas demais regiões brasileiras. Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a região semiárida brasileira e suas especificidades. As transformações tecnológicas dessa região são possíveis devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos. Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora. Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para o semiárido brasileiro, assim, garantir perspectivas de solução para o desenvolvimento local e regional para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CONDUÇÃO E PERSPECTIVA DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS APLICADOS À ÁREA AMBIENTAL NO SEMINÁRIO NORDESTINO, MUNICÍPIO DE PETROLINA – PE	
Marcos Victor do Carmo Loiola Geraldo Guilherme Barros Miranda	
DOI 10.22533/at.ed.9161915031	
CAPÍTULO 2	12
CONVIVÊNCIA COM A SEMIARIDEZ : CAPTAÇÃO, MANEJO E USO DE ÁGUA DE CHUVA EM SANTA TEREZINHA - BA	
Reginaldo Pereira dos Santos Marcio Harrison dos Santos Ferreira Aurélio José Antunes de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.9161915032	
CAPÍTULO 3	19
CRESCIMENTO DA MAMONEIRA (<i>Ricinus communis</i> L.) IRRIGADAS COM ÁGUA CINZA PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DO SEMIÁRIDO	
Pablo Rodrigues da Costa Florencio Jéssica Araújo Leite Martildes Paulo Emanuel Batista Pereira Gean Carlos Pereira de Lucena Walker Gomes de Albuquerque	
DOI 10.22533/at.ed.9161915033	
CAPÍTULO 4	25
CRESCIMENTO DE DOIS ACESSOS DE <i>Jatropha curcas</i> L. SUBMETIDOS AO DÉFICIT HÍDRICO SIMULADO PELO POLIETILENOGLICOL 6000	
Fernanda Vitoria Silva do Nascimento Yuri Lima Melo Patricia Ortega-Rodes Josemir Moura Maia Cristiane Elizabeth Costa de Macêdo	
DOI 10.22533/at.ed.9161915034	
CAPÍTULO 5	35
CRESCIMENTO INICIAL DE <i>Caesalpinia ferrea</i> SOB DOSES DE FÓSFORO E MATÉRIA ORGÂNICA CULTIVADA EM LUVISSOLO CRÔMICO	
Elidayane da Nóbrega Santos Rita Magally Oliveira da Silva Marcelino Rayanne Maria Galdino Silva Josinaldo Lopes Araújo Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.9161915035	

CAPÍTULO 6 43

CYTOGENETICS CHARACTERIZATION OF *TACINGA* BRITTON & ROSE (OPUNTIOIDEAE-
CACTACEAE)

Lânia Isis Ferreira Alves
Fabiane Rabelo da Costa Batista
José Achilles de Lima Neves
José Clayton Ferreira Alves
Erton Mendonça de Almeida
Daniela Cristina Zappi

DOI 10.22533/at.ed.9161915036

CAPÍTULO 7 52

DE PLANOS DE DESENVOLVIMENTO DE ASSENTAMENTOS A PROJETOS DE VIDA
COMUNITÁRIOS: CASO DO PA NOVO CAMPO

Jaqueline de Araújo Oliveira Machado
José de Souza Silva

DOI 10.22533/at.ed.9161915037

CAPÍTULO 8 63

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SEIS ESPÉCIES DA CAATINGA PRODUZIDAS EM RECIPIENTES
BIODEGRADÁVEIS

Thalles Luiz Negreiros da Costa
Bruna Rafaella Ferreira da Silva
João Gilberto Meza Ucella Filho
Anderson Aurélio de Azevêdo Carnaval
Tatiane Kelly Barbosa de Azevêdo

DOI 10.22533/at.ed.9161915038

CAPÍTULO 9 71

DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE FRUTOS NONI EM DOIS ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO

Larissa de Sousa Sátiro
Franciscleudo Bezerra da Costa
Ana Marinho do Nascimento
Jéssica Leite da Silva
Mahyara de Melo Santiago
Giuliana Naiara Barros Sales
Tatiana Marinho Gadelha
Kátia Gomes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.9161915039

CAPÍTULO 10 79

DETERMINAÇÃO DO GRADIENTE TÉRMICO DE CAPRINOS E OVINOS DESLANADOS CRIADOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Nágela Maria Henrique Mascarenhas
Bonifácio Benício de Souza
Dermeval Araújo Furtado
Luanna Figueirêdo Batista
Maycon Rodrigues da Silva
Luiz Henrique de Souza Rodrigues
Ribamar Veríssimo Macedo
Leonardo Flor da Silva
Fábio Santos do Nascimento
João Paulo da Silva Pires
Júlia Laurindo Pereira
Fabiola Franklin Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.91619150310

CAPÍTULO 11 86

DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO RURAL NO MUNICÍPIO DE PORTO DO MANGUE/RN, SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Gabriela Nogueira Cunha
Allan Viktor da Silva Pereira
Leonardo de França Almeida
Rogério Taygra Vaconcelos Fernandes
José Paiva Lopes Neto

DOI 10.22533/at.ed.91619150311

CAPÍTULO 12 92

DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA URBANIZAÇÃO EM TRECHOS DO RIO JAGUARIBE - JP

Liz Jully Hiluey Correia
Ane Josana Dantas Fernandes
Alan Ferreira de Araújo
Edilma Rodrigues Bento Dantas
Maria Mônica Lacerda Martins Lúcio
Manoel Barbosa Dantas

DOI 10.22533/at.ed.91619150312

CAPÍTULO 13 106

DIVERSIDADE DE ESPÉCIES ESPONTÂNEAS EM CULTIVO AGROECOLÓGICO DE SISAL

Erasto Viana Silva Gama
Carla Teresa dos Santos Marques

DOI 10.22533/at.ed.91619150313

CAPÍTULO 14 118

EFEITO DO ESTRESSE TERMICO SOBRE A REPRODUÇÃO DE ANIMAIS NO SEMIÁRIDO

Fabíola Franklin de Medeiros
Fábio Santos do Nascimento
Luanna Figueirêdo Batista
Nágela Maria Henrique Mascarenhas
João Paulo da Silva Pires
Gabriel de Queiroz Rodrigues
Mateus Freitas de Souza
Luiz Henrique de Souza Rodrigues
Ribamar Veríssimo Macêdo
Maycon Rodrigues da Silva
Mayara Cândido da Silva Leite
Thays Raquel de Freitas Bezerra
Bonifácio Benicio de Souza

DOI 10.22533/at.ed.91619150314

CAPÍTULO 15 125

EFICIÊNCIA DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS EM JARDINS FLUTUANTES COMO FERRAMENTA DE REVITALIZAÇÃO DE ÁGUAS POLUÍDAS

Sabrina Lima Fechine de Alencar
Patrícia Hermínio Cunha Feitosa
Elis Gean Rocha
Jasmyne Karla Vieira Souza Maciel

DOI 10.22533/at.ed.91619150315

CAPÍTULO 16 134

ELAS SOBRE ELAS: A DOCÊNCIA NO CAMPO PELO OLHAR DE DUAS PROFESSORAS DA ESCOLA DO ASSENTAMENTO PADRE ASSIS, SOSSEGO – PB

Túlio Carlos Silva Antunes
José Carlos Antunes de Medo
Fabiana Elias Silva Antunes

DOI 10.22533/at.ed.91619150316

CAPÍTULO 17 143

ENSINO DA FÍSICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UM CASO SINGULAR

Gustavo de Alencar Figueiredo
Jefferson Antônio Marques
Fredy Enrique González

DOI 10.22533/at.ed.91619150317

CAPÍTULO 18 153

ENTRE MATERIALIDADES E VIVÊNCIAS: REFORMAS ESPACIAIS E PRÁTICAS SOCIAIS NA CIDADE

Aparecida Barbosa da Silva

DOI 10.22533/at.ed.91619150318

CAPÍTULO 19	165
ESTABILIDADE DO ALGINATO DE CÁLCIO COMO MATRIZ IMOBILIZANTE DA <i>Chlorella</i> sp. NO TRATAMENTO DE EFLUENTE SECUNDÁRIO	
Maria Célia Cavalcante de Paula e Silva José Tavares de Sousa Howard William Pearson Maria Virginia da Conceição Albuquerque Lisandra da Silva Gomes Valderi Duarte Leite	
DOI 10.22533/at.ed.91619150319	
CAPÍTULO 20	175
ESTUDO E CONCEPÇÃO DE UM HELIÓGRAFO	
Bruno Pereira da Silva Júlio Manuel Tavares Diniz Wanderley Ferreira de Amorim Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.91619150320	
CAPÍTULO 21	181
ESTUDO HIDROLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MAMANGUAPE	
Gabriel Carlos Moura Pessôa José Joaquim de Souza Neto Matheus Patrick Araújo da Silva Wisla Kívia de Araújo Soares Francisco Tarcísio Lucena Zaqueu Lopes da Silva Ingrid Lélis Ricarte Cavalcanti Amanda Rezende Moreira Ewerton Ferreira de Sousa Karla Jarlita de Moura Silva Jotácia Estrela Bezerra Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.91619150321	
CAPÍTULO 22	188
FONTES DE INFORMAÇÃO ELETRÔNICAS PARA PESQUISA SOBRE O SEMIÁRIDO BRASILEIRO	
Tatiane Lemos Alves Edmerson dos Santos Reis	
DOI 10.22533/at.ed.91619150322	
CAPÍTULO 23	199
GERMINAÇÃO DE IMBIRATANHA SOB ESTRESSE SALINO E DÉFICIT HÍDRICO	
Vitória Régia Alves Cavalcante Fernanda Vitoria Silva do Nascimento Matheus Martins Mendes Yuri Lima Melo Josemir Moura Maia Cristiane Elizabeth Costa de Macêdo	
DOI 10.22533/at.ed.91619150323	
SOBRE O ORGANIZADOR	206

CRESCIMENTO DE DOIS ACESSOS DE *Jatropha curcas* L. SUBMETIDOS AO DÉFICIT HÍDRICO SIMULADO PELO POLIETILENOGLICOL 6000

Fernanda Vitoria Silva do Nascimento

Universidade Federal do Rio Grande do Norte -
UFRN

Natal – Rio Grande do Norte

Yuri Lima Melo

Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
Campina Grande – Paraíba

Patricia Ortega-Rodes

Universidad de La Habana - UH
La Habana – Cuba

Josemir Moura Maia

Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
Catolé do Rocha – Paraíba

Cristiane Elizabeth Costa de Macêdo

Universidade Federal do Rio Grande do Norte -
UFRN

Natal – Rio Grande do Norte

RESUMO: Um dos estresses abióticos que mais afeta o desenvolvimento de plantas na região semiárida é a seca. A baixa disponibilidade de água provoca danos diretos às células inibindo seu crescimento. Conhecimentos sobre a capacidade de resistência de determinadas espécies vegetais, quanto a esse tipo de estresse, são de fundamental importância para o manejo e conservação das mesmas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas fisiológicas, utilizando parâmetros de crescimento, de *Jatropha curcas* submetidas

ao déficit hídrico induzido pelo agente estressor Polietilenoglicol (PEG 6000). Foram utilizadas sementes de *J. curcas* de dois acessos, um de origem cubana (CNPAPM–XVIII) e outro de origem brasileira (CNPAPM–X). Após o período de aclimação, as plântulas foram colocadas na ausência (controle) e na presença do agente estressor PEG 6000 a -0,4 MPa. As plântulas permaneceram no estresse durante um período de 24 horas. Além do comprimento da parte aérea (CPA), do diâmetro do caule (DC) e do comprimento de raiz (CR), foram mensurados a área foliar (AF), as massas frescas (MF) e secas (MS) e o percentual de umidade (U%) de folha, caule e raiz. O déficit hídrico afetou o crescimento de plântulas de *J. curcas*. A intensidade da resposta variou conforme o acesso e órgão estudado. As folhas foram as mais afetadas. O acesso CNPAPM–X apresentou maior resistência ao déficit hídrico, expresso através dos indicadores de crescimento avaliados.

PALAVRAS – CHAVE: Pinhão-manso; seca; indicadores crescimento.

ABSTRACT: Drought is one of the abiotic stresses that most affects the development of plants in the semi-arid region. The low availability of water causes direct damage to the cells by inhibiting their growth. Knowledge about the capacity of resistance of certain vegetal species, as to the type of stress, are of

fundamental importance for the management and conservation of the same. Therefore, the objective of this study was to evaluate the physiological responses, using growth parameters, of *Jatropha curcas*, submitted to water deficit induced by the stressing agent Polyethyleneglycol (PEG 6000). Seeds of *J. curcas* of two access, one of Cuban origin (CNPAPM-XVIII) and another of Brazilian origin (CNPAPM-X) were use. After the acclimation period, the seedlings were placed in the absence (control) and in the presence of the stress agent PEG 6000 at -0.4 MPa. The seedlings remained in the stress during a period of 24 hours. In addition to aerial part length (CPA), were measured stem diameter (DC), root length (CR), leaf area (FA), fresh (MF) and dry mass (MS) and percentage of humidity (U%) of leaf, stem and root. The water deficit affected the growth of *J. curcas* seedlings. The response may vary in relation to access and plant organ studied. The leaves were the most affected organ. The CNPAPM-X access presented the highest resistance to water deficit, expressed through the evaluated growth indicator.

KEYWORDS: *Jatropha*; drought; growth indicators.

1 | INTRODUÇÃO

A seca é um dos estresses abióticos com grande impacto no desenvolvimento das plantas, causando graves perdas no rendimento agrícola de inúmeras espécies (HA et al., 2014). O efeito desse estresse está relacionado à perda da homeostase hídrica, caracterizada pelo componente osmótico, afetando os processos de absorção, acúmulo e manutenção do conteúdo de água e de íons nos tecidos (MAIA, et al., 2015). Com isso, o déficit hídrico ocasiona danos celulares levando a desidratação e à perda de turgor nas células, e conseqüentemente redução no crescimento celular e desenvolvimento da planta (D'SOUZA & DEVERAJ, 2010; MAIA, et al., 2015).

A resposta a esse estresse é diferente para as espécies, provocando alterações no seu crescimento. A intensidade com que cada uma responde ao efeito varia conforme diversos fatores. Entre eles estão os relacionados ao próprio vegetal (como o genótipo ou o seu estágio de desenvolvimento), ao estresse aplicado (o tipo, a intensidade e a duração), as condições ambientais (como luz, temperatura, umidade relativa do ar), bem como da interação entre eles (DÍAZ- LÓPEZ, 2014).

A *Jatropha curcas* L. é uma das espécies que apresentam mecanismos eficientes de controle da homeostase hídrica e iônica quando estão expostas a condições de estresse (SILVA et al., 2015). Esta espécie é promissora para a produção de biodiesel devido ao alto teor de óleo em suas sementes (~40-60%), rápido crescimento, fácil propagação e baixo custo (ALENCAR et al., 2015). Adicionalmente, apresenta grande adaptabilidade a condições adversas como a salinidade e seca, comuns em zonas áridas e semiáridas (LAVIOLA et al., 2013). No Brasil, é encontrada principalmente na região Nordeste, com ampla distribuição devido à sua adaptação por se desenvolver em vários tipos de solo, inclusive salino-sódicos, os quais restringem o pleno

desenvolvimento do vegetal (ANDRÉO-SOUZA et al. 2010).

Até este momento, a seleção de genótipos para esta espécie vem sendo realizada principalmente por pesquisas baseando-se na qualidade do óleo que é extraído de suas sementes (SAPETA et al., 2013). Neste sentido, dada à importância da *J. curcas* L. quanto aos seus benefícios socioeconômicos, estudos que contribuam para o conhecimento sobre a fisiologia em resposta ao déficit hídrico são essenciais para obtenção de novas informações que favoreçam o manejo desta espécie. Com isso, permitindo a escolha de genótipos superiores que sejam economicamente viáveis e que aumentem a produtividade agrícola em regiões áridas e semiáridas.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas fisiológicas através de indicadores de crescimento em dois acessos diferentes de *Jatropha curcas* submetidos ao déficit hídrico induzido pelo PEG 6000.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na casa de vegetação localizada no Laboratório de Estudos em Biotecnologia Vegetal, situada no Centro de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em Natal – RN.

Sementes de *Jatropha curcas* L. de dois acessos, um de origem cubana – Cuba (CNPAPM – XVIII) – e outro de origem brasileira – Marisópolis (CNPAPM –X) foram utilizadas neste experimento. As sementes foram selecionadas e seus tegumentos retirados para posterior germinação em sistema de rolo em papel toalha do tipo Germitest®, seguindo os procedimentos descritos por Dantas et al. (2011), com algumas modificações. Após a germinação, plântulas com 8 dias e 6 cm de altura foram fixadas em placas de isopor e colocadas em frascos plásticos individuais flutuando sobre 850 mL de solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950), com ¼ de força e pH 5,7-6,0. Diariamente, o volume da solução nutritiva foi completado para compensar a perda por evapotranspiração, aerado com bombas de aquarofilia para manter a oxigenação, e semanalmente a solução era renovada.

Os frascos contendo as plântulas foram mantidos em casa de vegetação sob temperatura de $30\pm 5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar de $40\pm 10\%$ durante 41 dias para aclimatação (Figura 1A). Após o período de aclimatação, plântulas dos 2 acessos foram colocadas na ausência (controle) e na presença do agente estressor Polietilenoglicol (PEG 6000) a $-0,4\text{ MPa}$, de acordo com Villela et al. (1991), simulando a condição de déficit hídrico.

Antes e após a aplicação do estresse, todas as folhas foram medidas com auxílio de uma régua para a determinação da área foliar (Figura 1B), seguindo os métodos descritos por Pompelli et al. (2012), através da fórmula $LA = (LW)^{0.9660}$, onde: LA é a área foliar; L é comprimento da folha (a partir da ponta da lâmina até ao ponto de interseção do pecíolo à nervura central); e W é largura da folha (maior comprimento linear perpendicular à nervura central).



Figura 1: (A) – Plântulas de *Jatropha curcas* L. em casa de vegetação. (B) - Medidas utilizadas para determinação da área foliar em folhas de *Jatropha curcas* L.

As plântulas permaneceram no estresse durante um período de 24 horas. Além do comprimento da parte aérea (CPA), do diâmetro do caule (DC) e do comprimento de raiz (CR), foram mensurados a área foliar (AF) e o percentual de umidade (U%). Em seguida os diferentes órgãos (folha, caule e raiz) foram separados e pesados para determinação da massa fresca (MF). Após obtenção da MF, os materiais vegetais foram colocados em estufa a 80 °C por um período de 72 horas para determinação da massa seca (MS). O percentual de umidade foi determinado utilizando a seguinte relação: $U = [(MF-MS)/MF] \times 100$; onde U = umidade; MF = massa fresca; MS = massa seca.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 2 x 2, com dois acessos (CNPAPM – XVIII e CNPAPM –X) e dois tratamentos (controle e -0.4 MPa de PEG), com 5 repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os dados das coletas foram submetidos à análise de variância pelo teste F, onde as médias foram comparadas pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Sisvar 5.6.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O déficit hídrico simulado pelo PEG 6000 induziu respostas no crescimento que variaram de acordo com o acesso e o órgão de plântulas de *J. curcas* estudados. Ao avaliar o comprimento de parte aérea (CPA), observou-se que apenas no acesso CNPAPM–XVIII houve redução de aproximadamente 15% (Tabela 1). Quanto ao diâmetro do caule (DC), não foram observadas diferenças significativas em nenhum dos dois acessos estudados. O déficit hídrico afetou o comprimento de raiz (CR) apenas no acesso CNPAPM–X, reduzindo em 11% o tamanho deste órgão em comparação ao controle (Tabela 1). Quanto ao acesso CNPAPM–XVIII, observou-se que as raízes continuaram crescendo em presença do PEG, apresentando um aumento de 16% em relação ao controle (Tabela 1).

	CNPAPM – X		CNPAPM – XVIII	
	Controle	PEG	Controle	PEG
CPA (cm)	12,2 Ab	13,4 Aa	16,3 Aa	13,9 Ba
DC (cm)	0,8 ns	0,9 ns	0,8 ns	0,9 ns
CR (cm)	20,7 Aa	18,3 Ba	17,6 Bb	20,4 Aa

Tabela 1: Comprimento de parte aérea (CPA), diâmetro do caule (DC) e comprimento de raiz (CR) em plântulas de dois acessos de *Jatropha curcas* L. submetidas ao déficit hídrico. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as médias dos tratamentos no mesmo acesso e minúsculas comparam as médias do mesmo tratamento entre os acessos.

A área foliar (AF) das plântulas dos 2 acessos de *J. curcas*. foi afetada drasticamente pelo déficit hídrico. O acesso CNPAPM–X apresentou redução de 250% em relação ao controle, enquanto que no acesso CNPAPM–XVIII o efeito foi mais pronunciado, atingindo uma redução de 355% (Figura 2).

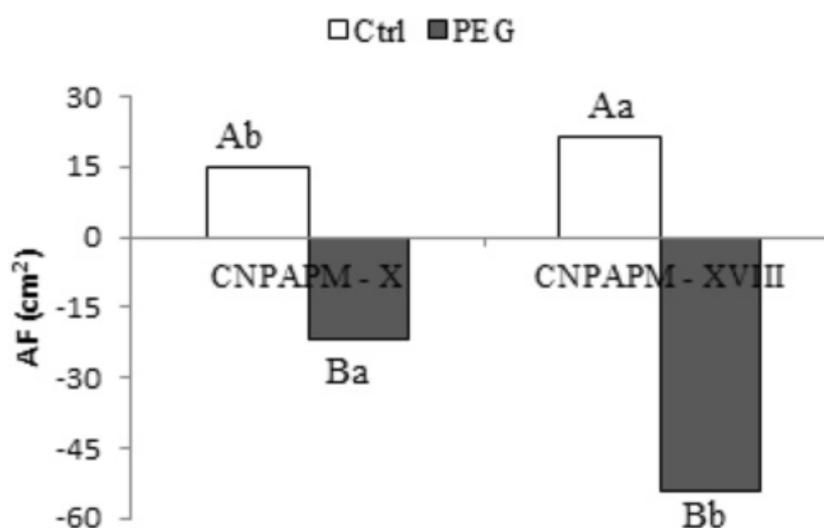


Figura 2: Área foliar (AF) em plântulas de dois acessos de *Jatropha curcas* L. cultivadas durante 1 dia (24 horas) na ausência (controle) e presença de PEG a -0.4 Mpa. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as médias dos tratamentos no mesmo acesso e minúsculas comparam as médias do mesmo tratamento entre os acessos.

As folhas foram o órgão mais afetado pelo déficit hídrico (Figura 3B), principalmente porque a presença do agente estressor reduziu o percentual de umidade (U%) em 40% no acesso CNPAPM–XVIII, comparado ao seu grupo controle (Tabela 2). Em condições de déficit hídrico o acesso CNPAPM–X não apresentou diferenças significativas com relação ao %U, embora houve uma redução de 7% comparado ao controle (Figura 3 A e C). Nos demais órgãos (caule e raiz) as plantas tratadas com PEG não apresentaram diferença significativa em relação ao controle.

O déficit hídrico afetou a massa fresca (MF), nas folhas do acesso CNPAPM–X a

redução foi de 27% e no acesso CNPAPM–XVIII a redução foi de 48%, em relação aos controles (Tabela 2). No acesso CNPAPM–X, submetido ao déficit hídrico, observou-se um aumento de 20% na MF do caule e uma redução de 25% na MF da raiz, comparados aos seus respectivos grupos controles (Tabela 2). As massas frescas do caule e da raiz do acesso CNPAPM–XVIII não apresentaram alterações em condições de déficit hídrico (Tabela 2). É possível observar ainda que em condições de déficit hídrico, o acesso CNPAPM–X apresentou o maior valor médio para a MF de folhas, comparado ao acesso CNPAPM–XVIII.

Independente do acesso, a adição do PEG provocou um aumento de 27% na massa seca (MS) das folhas do acesso CNPAPM–X e de 68% em CNPAPM–XVIII, ambos em relação aos seus respectivos controles (Tabela 2). No caule, o acesso CNPAPM–X apresentou aumento de 23% em relação ao controle. Contrariamente, o caule do acesso CNPAPM–XVIII reduziu sua MS em 34%, comparado ao controle (Tabela 2). Em condições de déficit hídrico, o acesso CNPAPM–XVIII apresentou o maior valor médio para a produção de MS em folhas, comparado ao acesso CNPAPM–X (Tabela 2).

	CNPAPM – X		CNPAPM – XVIII	
	Controle	PEG	Controle	PEG
U_F (%)	75,7 Aa	70,6 Aa	76,4 Aa	46,1 Bb
U_C (%)	77,2 ns	77,6 ns	76,4 ns	75,3 ns
U_R (%)	90,1 ns	88,3 ns	87,7 ns	86,5 ns
MF_F (g)	6,3 Aa	4,6 Ba	6,9 Aa	3,6 Bb
MF_C (g)	5,7 Bb	6,9 Aa	6,6 Aa	7,0 Aa
MF_R (g)	7,4 Aa	5,6 Ba	6,6 Aa	6,2 Aa
MS_F (g)	0,8 Ba	1,0 Ab	0,8 Ba	1,4 Aa
MS_C (g)	0,9 Bb	1,2 Aa	1,9 Aa	1,3 Ba
MS_R (g)	0,4 ns	0,4 ns	0,4 ns	0,4 ns

Tabela 2: Percentual de umidade (U%), massas frescas (MF) e seca (MS) de folhas (_F), caule (_C) e raiz (_R) em plântulas de dois acessos de *Jatropha curcas* L. submetidas ao déficit hídrico. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as médias dos tratamentos no mesmo acesso e minúsculas comparam as médias do mesmo tratamento entre os acessos.

Neste estudo foi possível observar que o déficit hídrico provocou alterações no desenvolvimento das plantas de ambos os acessos de *Jatropha curcas* L., o que provavelmente repercutiu nos indicadores de crescimento estudados. A resposta fisiológica foi mais evidente em folhas, principalmente do acesso CNPAPM–XVIII, onde houve reduções do U%, da MF e da AF, levando a notável perda de turgescência foliar e ressecamento (Figura 3D), mostrando claramente o efeito do agente estressor sob a quantidade de água disponível na planta.

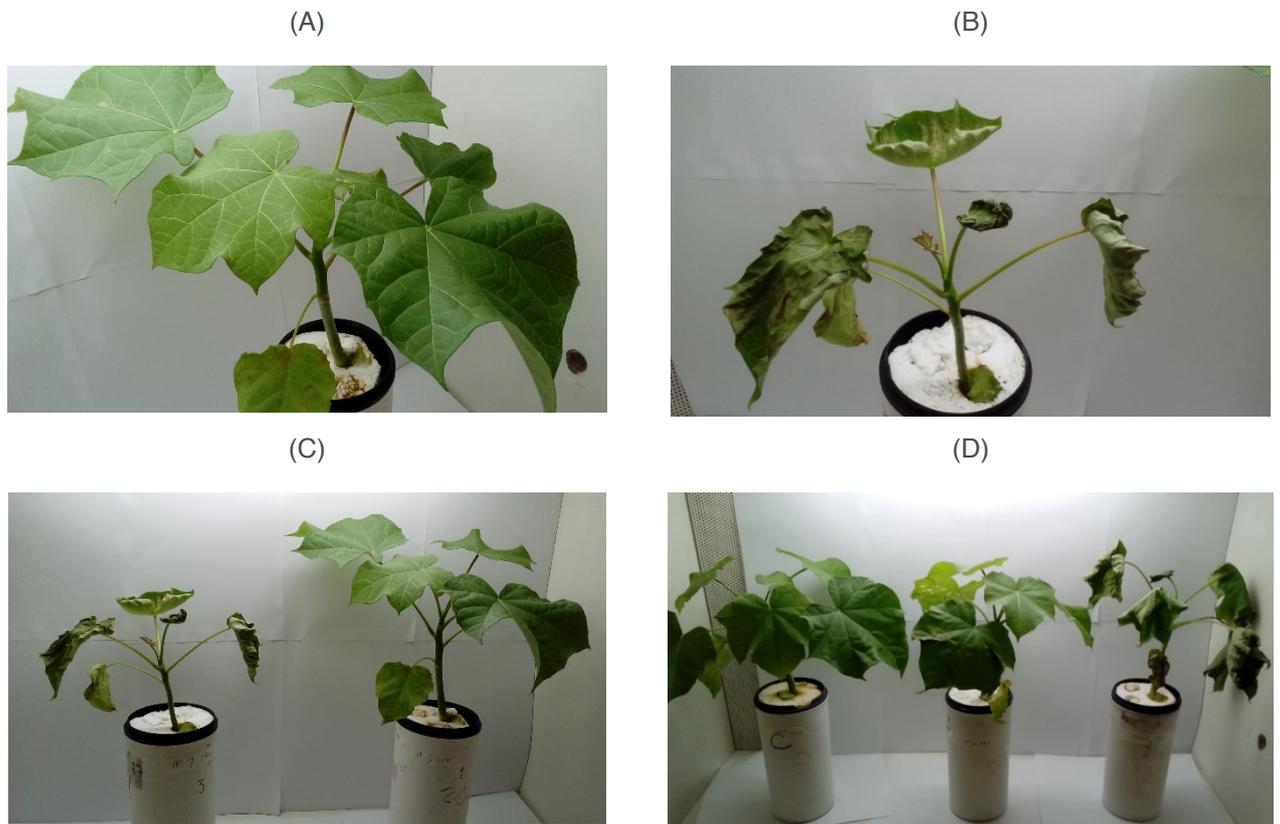


Figura 3: (A) – Planta do acesso CNPAPM – X no tratamento controle. (B) – Planta do acesso CNPAPM – X após a submissão ao déficit hídrico. (C) – Plantas do acesso CNPAPM – X. (D) - Plantas do acesso CNPAPM – XVIII, nos tratamentos controle (frasco à esquerda) e PEG (frasco ao meio e à direita) quando submetidas ao déficit hídrico no período de 24 horas.

A redução no crescimento deve-se provavelmente a perda da homeostase hídrica provocada pelo déficit hídrico. Isto ocorre devido ao suprimento de água se dar em quantidades menores, baixando o componente de potencial de pressão do protoplasto sobre a parede da célula, resultando em diminuição de turgor, e, por fim, afetando a elongação e a divisão celular (BEZERRA, 2015). Para caule e raiz a manutenção do U% sugere que esses órgãos não são afetados diretamente pela adição do PEG, possivelmente por eles atuarem na retenção de água que foi absorvida a fim de manter o status hídrico e conseqüentemente a sobrevivência da plântula.

Em folhas do acesso CNPAPM–X a não variação do %U e o aumento da MS sugerem um possível ajustamento osmótico realizado por este acesso quando submetidos a condições de déficit hídrico, uma vez que o U% representa a quantidade de água presente na planta e a MS o peso total seco na ausência de água de determinado órgão. Possivelmente, este ajustamento osmótico se deu a partir da síntese de fotoassimilados, que podem incluir carboidratos, proteínas ou aminoácidos, como uma forma de manter os processos fotossintéticos da planta. Conforme afirma Silva et al. (2010), raízes e folhas de *Jatropha curcas* L. possuem mecanismos efetivos de ajustamento osmótico envolvendo a produção de solutos, tendo os açúcares solúveis uma maior participação na osmorregulação, afim de melhorar o aporte hídrico celular. Este mecanismo pode ter contribuído também para manutenção do CPA deste

acesso em condições de déficit hídrico.

A redução de MF, observada principalmente em folhas de ambos os acessos, pode estar ligada tanto a perda de água como a baixa produção e/ou partição de fotoassimilados nos órgãos da plântula. Neste caso, a redução em ambos os acessos ocorreu provavelmente devido à perda de água, já que houve um acúmulo de fotoassimilados neste órgão. Em relação à MS, independente do acesso, a adição do PEG provocou um aumento de massa em todas as partes. Esse aumento pode estar relacionado ao acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos.

O acesso CNPAPM–X, em presença de PEG, apresentou melhores indicadores para o crescimento da parte aérea (folhas e caule) em detrimento ao sistema radicular, sugerindo uma preferência pela manutenção dos processos fotossintéticos. Já o acesso CNPAPM–XVIII parece ter investido seu crescimento no desenvolvimento radicular e manutenção do crescimento do caule, sugerindo uma preferência pela busca e captação de água em condições de estresse. Tal resposta evidencia que provavelmente os acessos possuem mecanismos diferentes para enfrentar o déficit hídrico. Segundo pesquisas realizadas por Moura et al. (2016) e Silva et al. (2010) o déficit hídrico é capaz de afetar as relações hídricas em plantas de *Jatropha curcas* L., no entanto, essa espécie por meio da produção de solutos orgânicos e inorgânicos possui mecanismos de ajustamento osmótico que a permite ser tolerante à seca.

4 | CONCLUSÕES

Plântulas de *Jatropha curcas* apresentaram respostas fisiológicas diferentes quando submetidas ao déficit hídrico, variando conforme o acesso e o órgão estudado.

As folhas foram o órgão mais afetado pelo déficit hídrico.

Baseado nos parâmetros fisiológicos avaliados o acesso de origem brasileira (CNPAPM – X) apresentou maior resistência ao déficit hídrico.

5 | AGRADECIMENTOS

A CAPES, pelo auxílio financeiro ao Projeto de Cooperação Internacional Brasil-Cuba: *Formação de profissionais brasileiros e cubanos altamente qualificados em mecanismos de resistência de plantas aos estresses salino e hídrico visando o desenvolvimento agrícola relacionados a produção de alimentos e ao aproveitamento de áreas salinizadas do semiárido para a produção de biocombustíveis* - MES/CUBA (nº 141/11) (2012-2016), ao CNPQ e a PROPESQ (UFRN) pela bolsa de Iniciação Científica concedida e ao Laboratório de Estudos em Biotecnologia Vegetal localizado no Departamento de Biologia Celular e Genética (Centro de Biociências – UFRN) pelo espaço para realização do experimento.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, N.L.M.; GADELHA, C.G.; GALLÃO, M.I.; DOLDER, M.A.H.; PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E. **Ultrastructural and biochemical changes induced by salt stress in *Jatropha curcas* seeds during germination and seedling development.** *Functional Plant Biology*, v. 42, p. 865–874, 2015.
- ANDRÉO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A.L.; SILVA, F.F.S.; RIEBEIRO-REIS, R.C.; EVANGELISTA, M.R.V.; CASTRO, R.D.; DANTAS, B.F. **Efeito da salinidade na germinação de sementes no crescimento inicial de mudas de Pinhão-manso.** *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 2, p. 083-092, 2010.
- BEZERRA, Lisiane Lucena. **Indicadores de crescimento em cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) submetido ao estresse salino e déficit hídrico.** 2015. 99f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.
- D'SOUZA, M. R. D.; DEVERAJ, V. R. **Biochemical responses of Hyacinth bean (*Lablab purpureus*) to salinity stress.** *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 32, p. 341–353, 2010.
- DANTAS, C.V.S.; SILVA, I.B.; PEREIRA, G.M.; MAIA, J.M.; LIMA, J.P.M.S.; MACEDO, C.E.C. **Influência da salinidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L.** *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 3, p. 574-582. 2011.
- DÍAZ-LÓPEZ, L. **Bases fisiológicas y morfológicas de la respuesta de *Jatropha curcas* L. al estrés hídrico y salino.** Tese 127 p. 2014.
- HA, C.V.; LEYVA-GONZÁLEZ, M.A.; OSAKABED, Y.; TRANA, U.T.; NISHIYAMAA, R.; WATANABEA, Y.; TANAKAE, M.; SEKIE, M.; YAMAGUCHIF, S.; DONGB, N.V.; YAMAGUCHI-SHINOZAKIG, K.; SHINOZAKID, K.; HERRERA-ESTRELLAC, L.; TRAN, L.S.P. **Positive regulatory role of strigolactone in plant responses to drought and salt stress.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 111, n. 2, p. 851–856, 2014.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water-culture method for growing plants without soil.** California Agricultural Experimental Station, Berkeley. p. 347,1950.
- LAVIOLA, B.G.; ALVES, A.A.; ROCHA, R.B.; DRUMOND, M.A. **The importance of *Jatropha* for Brazil.** In: CARELS, N.; SUJATHA, B.; BAHADUR, B. (Ed.). ***Jatropha*, challenges for a new energy crop. Volume 1: farming, economics and biofuel.** New York: Springer; p. 71–94, 2013.
- MAIA, J.M.; MACEDO, C.E.C.; SILVEIRA, J.A.G.; SILVA, A.F; LIRA, E.H.A.; MELO, A.S.; MENESES, C.H.S.G. **Seca e Salinidade na resposta antioxidativa de raízes de Feijão Caupi.** *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*. v.11. p.59-93, 2015.
- MOURA, A.R; NOGUEIRA, R.J.M.C; SILVA, J.A.A; LIMA, T.V. **Relações hídricas e solutos orgânicos em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. sob diferentes regimes hídricos.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 26, n.2, p. 345-354, 2016.
- POMPELLI, M.F; ANTUNES, W.C; FERREIRA, D.T.R.G; CAVALCANTE, P.G.S; WNADERLEY-FILHO, H.C.L; ENRES, L. **Allometric models for non-destructive leaf area estimation of *Jatropha curcas*.** *Biomass and Bioenergy*. v. 36, p. 77-85, 2012.
- SAPETA, H.; MIGUEL COSTA, J.; LOURENÇO, T.; MAROCO, J.; VAN DER LINDE, P.; MARGARIDA OLIVEIRA, M. **Drought stress response in *Jatropha curcas*: Growth and physiology.** *Environmental and Experimental Botany*, v. 85, p. 76–84, 2013.
- SILVA, E. N; FERREIRA-SILVA, S.L; VIÉGAS, R.A; SILVEIRA, J.A.G. **The role of organic and inorganic solutes in the osmotic adjustment of drought-stressed *Jatropha curcas* plants.** *Environmental and Experimental Botany*. v. 69, p. 279-285, 2010.

SILVA, E.N.; SILVEIRA, J.A.G.; RODRIGUES, C.R.F.; VIÉGAS, R.A. **Physiological adjustment to salt stress in *Jatropha curcas* is associated with accumulation of salt ions, transport and selectivity of K⁺, osmotic adjustment and K⁺/Na⁺ homeostasis.** *Plant Biology*, v. 17, p. 1023–1029, 2015.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. **Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, p.1957-1968, 1991.