

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS**

Fabiana Barbosa Braz de Almeida

**FISIOLOGIA E BIOQUÍMICA DE PLANTAS DE MAMONA (*Ricinus
communis* L.) CRESCENDO EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS SOB
CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO**

Maracanaú, Ceará

- 2018 -

FABIANA BARBOSA BRAZ DE ALMEIDA

**FISIOLOGIA E BIOQUÍMICA DE PLANTAS DE MAMONA (*Ricinus communis* L.)
CRESCENDO EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE
HÍDRICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Energias Renováveis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Energias Renováveis. Área de concentração: Energias Renováveis.

ORIENTADOR:

PROF. DR. FRANKLIN ARAGÃO GONDIM

Maracanaú, Ceará

- 2018 -

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário
Gláucio Barreto de Lima - CRB-3/995

A447 Almeida, Fabiana Barbosa Bras de.
Fisiologia e bioquímica de plantas de mamona
(*Ricinus Communis* L.) crescendo em substratos
orgânicos sob condições de estresse hídrico /
Fabiana Barbosa Bras de Almeida -- 2018.
85 f.

Dissertação (Mestrado em Energias Renováveis)
-- Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Ceará, campus Maracanaú, 2018.
Orientador: Prof. Dr. Franklin Aragão Gondim.

1. MAMONEIRA - ADUBAÇÃO ORGÂNICA. 2. MAMONEIRA -
CULTIVO. 3. MAMONEIRA - IRRIGAÇÃO. 2.
Título.

631.874



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos trinta e um de agosto de dois mil e dezoito, reuniu-se a Banca Examinadora da 30a. Defesa de Dissertação de Mestrado, composta por Prof. Dr. Franklin Aragão Gondim, Prof. Dr. Roberto Albuquerque Pontes Filho e Prof. Dr. Elton Camelo Marques, perante a qual, Fabiana Barbosa Braz de Almeida, aluno regularmente matriculado no Curso de Mestrado Acadêmico em Energias Renováveis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE defendeu, para cumprimento de um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Energias Renováveis, sua Dissertação de Mestrado intitulada "FISIOLOGIA E BIOQUÍMICA DE PLANTAS DE MAMONA (*Ricinus communis* L.) CRESCENDO EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO". A defesa da referida Dissertação ocorreu das 9h30min às 12h00, tendo o mestrando sido submetido à arguição, dispondo cada membro da banca de tempo para tal. Ao final da seção, a banca reuniu-se em separado e concluiu por considerar o mestrando APROVADA.

Eu, Franklin Aragão Gondim que presidi a Banca Examinadora, assino a presente Ata, juntamente com os demais membros, e dou fé.

Franklin Aragão Gondim

Prof. Dr. Franklin Aragão Gondim (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

Roberto Albuquerque Pontes Filho

Prof. Dr. Roberto Albuquerque Pontes Filho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

Elton Camelo Marques

Prof. Dr. Elton Camelo Marques

Dedico este trabalho,

Aos meus pais Antonio Augusto e Adeliana
Barbosa, ao meu irmão Fabio Augusto e ao
meu noivo Elitelton Rodrigues. E a todos que
me apoiaram e incentivaram!

AGRADECIMENTOS

A Deus por me guardar, me proteger e guiar meus passos sempre.

Ao professor Franklin Aragão Gondim, que, por meio do compartilhamento de seus conhecimentos e orientação, contribuiu significativamente para minha vida profissional e pessoal.

Aos componentes da banca, pela disponibilidade em participar da banca examinadora.

À coordenação do Programa de Pós-graduação em Energias Renováveis – PPGER – IFCE – *Campus* Maracanaú e a todos os seus constituintes, professores e funcionários.

Aos meus amados pais Antonio Augusto e Adeliana Barbosa, pela paciência, compreensão, apoio, incentivo e amor incondicional.

Ao meu irmão Fabio Augusto por sempre me apoiar e torcer pelo meu sucesso.

Ao meu noivo Elitelton Rodrigues por ser um bom ouvinte, ter o dom da paciência e compreensão, e sempre me envolver com seu amor.

As minhas amigas Ananda Alves e Yausha Araujo, pelo companheirismo.

Ao Bruno Edson Chaves, por me auxiliar na jornada acadêmica, orientando e me inspirando com sua trajetória de vida.

Por fim, porém não menos importante, aos amigos e colegas de Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Vegetal do Instituto Federal do Ceará *Campus* Maracanaú, Rifandreo Monteiro, Paulo Ovídio, Kaio Martins, Gabriela, Francisca Raissa, Lorena Ferreira, Larissa Moraes, Julyanne Fonteles, Thaynara Carvalho, Tiago Lopes e Laís Moreira, que contribuíram direta ou indiretamente a alcançar esse objetivo.

“Até aqui nos ajudou o Senhor”

(1 Samuel 7:13)

RESUMO

ALMEIDA, F. B. B. **Fisiologia e bioquímica de plantas de mamona (*Ricinus communis* L.) crescendo em substratos orgânicos sob condições de estresse hídrico.** Orientador: Franklin Aragão Gondim. Maracanaú: IFCE. 77 p. (Dissertação). 2018.

O presente trabalho teve como objetivo analisar a utilização de resíduos orgânicos para formulação de substratos e seus efeitos na fisiologia e bioquímica de plantas de mamona (*Ricinus communis* L.) crescendo sob condições controle (irrigadas) e de estresse hídrico. Esta dissertação foi dividida em dois experimentos independentes que resultaram na produção de dois capítulos distintos, cada um correspondendo a um artigo científico. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação localizado do IFCE *Campus* Maracanaú, no estado do Ceará, Brasil, e as análises bioquímicas realizadas no Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Vegetal do IFCE *Campus* Maracanaú. Foram utilizadas sementes de mamona dos cultivares BRS Energia e BRS Nordestina, concedidas pela Embrapa Algodão, Campina Grande – PB. No primeiro experimento, avaliaram-se variáveis germinativas e de crescimento em plântulas de mamona (cultivar BRS Energia) cultivadas em diferentes resíduos orgânicos agroindustriais, visando identificar qual substrato se adequaria melhor da cultura. Dos resultados encontrados, os substratos contendo fibra de coco e bagaço de cana de açúcar possibilitaram melhores variáveis germinativas. Contudo, a casca de amendoim se sobressaiu a todos os substratos empregados, em todas as variáveis analisadas, sendo, deste modo, o substrato utilizado no segundo experimento. No segundo experimento avaliaram-se: variáveis germinativas, crescimento e teores de solutos orgânicos em dois cultivares (BRS Energia e BRS Nordestina) de mamoneira cultivadas em substratos alternativos submetidos a estresse hídrico. Os resultados demonstraram que o uso dos substratos influenciou positivamente as variáveis germinativas, biométricas, teores de clorofila, bem como a produção de matéria fresca e seca. O estresse hídrico ocasionou reduções em todas as variáveis analisadas, em comparação à condição controle. Com relação aos teores de solutos orgânicos, de modo geral, os resultados foram mais elevados sob condição estresse, sendo o cultivar BRS Energia o mais representativo para condições experimentais empregadas. O substrato contendo resíduo de lixo urbano mostrou-se mais adequado para o cultivo da mamoneira. Assim, torna-se uma alternativa viável a utilização de resíduos orgânicos agroindustriais para o cultivo de mamoneira nas condições edafoclimáticas presentes na região semiárida brasileira, especialmente o resíduo de lixo urbano.

Palavras-chave: Substratos orgânicos, *Ricinus communis*, crescimento inicial, estresse hídrico, teores de solutos orgânicos.

ABSTRACT

ALMEIDA, F. B. B. **Physiology and biochemistry of castor bean plants (*Ricinus communis* L.) growing on organic substrates under conditions of water stress.** Advisor: Franklin Aragão Gondim. Maracanaú: IFCE. 85 p. (Ms. Dissertation). 2018.

The present work had as objective analyzes the use of organic residues for formulation of substrata and their effects in the physiology and biochemistry of castor oil plant (*Ricinus communis* L.) plants growing under conditions control (irrigated) and of hydric stress. This dissertation was divided in two independent experiments that they resulted in the production of two different chapters, each one corresponding to a scientific article. The experiments were driven vegetation home located of IFCE Campus Maracanaú, in the state of Ceará, Brazil, and the biochemical analyses accomplished in the Laboratory of Biochemistry and Vegetable Physiology of IFCE Campus Maracanaú. Castor oil plant seeds were used of the you cultivate BRS Energia and BRS Nordestina, granted by Embrapa Algodão, Campina Grande-PB. In the first experiment, germinative variables were evaluated and of growth in castor oil plant (to cultivate BRS Energia) seedlings cultivated in different organic agro-industrial waste, seeking to identify which substratum would be adapted better of the culture. Of the found results, the substrata containing coconut fiber and pulp of cane of sugar made possible better vary germinative. However, the peanut peel stood out the all of the employed substrata, in all the analyzed variables, being, this way, the substratum used in the second experiment. In the second experiment they were evaluated: germinative variables, growth and tenors of organic solutes in two cultivate (BRS Energia and BRS Nordestina) of mamoneira cultivated in alternative substrata submitted to hydric stress. The results demonstrated that the use of the substrata influenced the germinative variables positively, biometrics, chlorophyll tenors, as well as the production of fresh and dry matter. The hydric stress caused reductions in all the analyzed variables, in comparison á condition it controls. Regarding the tenors of organic solutes, in general, the results were higher under condition stresses, being cultivating BRS Energia the most representative for conditions experimental maids. The substratum containing residue of urban garbage was shown more appropriate for the cultivation of the mamoneira. Like this, he/she becomes a viable alternative the use of organic agro-industrial waste for the mamoneira cultivation in the

conditions present edafoclimáticas in the area Brazilian semiarid, especially the residue of urban garbage.

Keywords: Organic substrates, *Ricinus communis*, initial growth, water stress, organic solutes contents.

LISTA DE FIGURAS

EXPERIMENTO I / ARTIGO 1

Figura 1. A – Percentual de emergência; B – Índice de velocidade de emergência; C – Tempo médio de germinação em plântulas de mamona submetidas a diferentes substratos orgânicos aos 9 dias após a semeadura..... 40

Figura 2. Teores relativos de clorofila de plântulas de mamona submetidas a diferentes substratos contendo resíduos agroindustriais aos 28 dias após a semeadura..... 41

Figura 3. Altura da parte aérea (A), número de folhas (B) e diâmetro do coleto (C) de plântulas de mamona cultivadas em diferentes resíduos agroindustriais..... 42

Figura 4. Área foliar de plântulas de mamona submetidas a diferentes substratos contendo resíduos agroindustriais aos 28 dias após a semeadura..... 43

Figura 5. Matéria fresca da parte aérea (A), das raízes (B) e total (C) de plântulas de mamona submetidas a diferentes substratos contendo resíduos agroindustriais aos 28 dias após a semeadura..... 44

Figura 6. Matéria seca da parte aérea (A), das raízes (B) e total (C) de plântulas de mamona submetidas a diferentes substratos contendo resíduos agroindustriais aos 28 dias após a semeadura..... 45

EXPERIMENTO II/ ARTIGO 2

Figura 1. Percentual de emergência em plântulas de mamoneiras cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B), em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 9 dias após a semeadura.....55

Figura 2. Índice de velocidade de emergência em plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B), em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 9 dias após a semeadura.....55

Figura 3. Tempo médio de germinação em plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B), em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 9 dias após a semeadura.....56

Figura 4. Plantas de mamona submetidas a diferentes substratos contendo resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura.....57

Figura 5. Altura da parte aérea em plântulas de mamoneira, cultivares BRS energia (A) e BRS nordestina (B), Diâmetro do coleto em plântulas de mamoneira, cultivares BRS energia (C) e BRS nordestina (D), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura, sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas).....58

Figura 6. Número de folhas em plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura, crescendo sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas).....59

Figura 7. Teores relativos de clorofila em plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura crescendo sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas).....60

Figura 8. Matéria fresca da parte aérea de plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B); matéria fresca da raiz, cultivares BRS energia (C) e BRS nordestina (D); matéria fresca total, cultivares BRS Energia (E) e BRS Nordestina (F), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura crescendo sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas).....62

Figura 9. Matéria seca da parte aérea de plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B); matéria seca da raiz, cultivares BRS Energia (C) e BRS Nordestina (D); matéria seca total, cultivares BRS Energia (E) e BRS Nordestina (F),

crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após a
semeadura, crescendo sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras
hachuradas).....64

Figura 10. Teores de proteínas solúveis nas folhas de mamoneira, cultivares BRS Energia
(A) e, BRS Nordestina (B); teores de proteínas solúveis na raiz, cultivares BRS Energia (D)
e BRS Nordestina(D), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos
30 dias após semeadura, sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras
hachuradas).....66

Figura 11. Teores de carboidratos solúveis nas folhas de mamoneira, cultivares BRS
Energia (A) e BRS Nordestina (B); teores de carboidratos solúveis na raiz, cultivares BRS
Energia (C) e BRS Nordestina (D), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos
orgânicos aos 30 dias após semeadura, sob condição controle (barras lisas) ou de estresse
hídrico (barras hachuradas).....68

Figura 12. Teores de N-aminossolúveis nas folhas de mamoneira, cultivares BRS Energia
(A) e BRS Nordestina (B), teores de N-aminossolúveis na raiz, cultivares BRS Energia (C) e
BRS Nordestina (D), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30
dias após semeadura, sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras
hachuradas).....70

Figura 13. Teores de prolina nas folhas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS
Nordestina (B); teores de prolina na raiz, cultivares BRS Energia (C) e BRS Nordestina (D),
crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após semeadura,
sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras
hachuradas).....72

LISTA DE TABELAS

EXPERIMENTO I / ARTIGO 1

Tabela 1. Concentrações de Nitrogênio total (N total), fósforo total (P total), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) dos resíduos agroindustriais utilizados na preparação dos substratos para o cultivo da mamona..... 38

Tabela 2. Valores de pH e condutividade elétrica dos extratos de saturação dos substratos utilizados para o cultivo da mamona ao fim do período experimental..... 39

EXPERIMENTO II/ ARTIGO 2

Tabela 1. Concentrações de Nitrogênio total dos resíduos orgânicos utilizados na preparação dos substratos para o cultivo da mamona.....53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AR: Areia

CAR: Resíduos de Carcinicultura

C.O: Composto Orgânico

DAS: Dias Após Semeadura

DIC: Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado

HÚM: Húmus

IVE: Índice de velocidade de emergência

L.U: Lixo urbano

MFPA: Matéria fresca da parte aérea

MFR: Matéria fresca da raiz

MFT: Matéria fresca total

MSPA: Matéria seca da parte aérea

MSR: Matéria seca da raiz

MST: Matéria seca total

TMG: Tempo Médio de Germinação

%E: Percentual de Emergência

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	15
SUMÁRIO.....	16
1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Semiárido e o cultivo de oleaginosas.....	19
2.2 Mamona (<i>ricinus communis</i> L.)	21
2.3 Substratos orgânicos	23
2.4 Estresse hídrico e o cultivo de mamona	24
3. REFERÊNCIAS	26
4. OBJETIVOS	35
4.1 Objetivo Geral	35
4.2 Objetivos Específicos.....	35
5. ESTRATÉGIA EXPERIMENTAL	35
Artigo 1 (Variáveis germinativas e de crescimento em plântulas de mamona cultivadas em diferentes resíduos orgânicos agroindustriais).....	37
RESUMO.....	38
ABSTRACT	38
INTRODUÇÃO	39
MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS	48
Artigo 2 (Germinação, crescimento e teores de solutos orgânicos em dois cultivares de mamoneira em substratos alternativos e sob estresse hídrico)	50

RESUMO.....	51
ABSTRACT	52
INTRODUÇÃO	52
MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
CONCLUSÃO.....	74
AGRADECIMENTOS	75
REFERÊNCIAS	75
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
7.ANEXOS	83

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente alta nos preços e escassez das fontes de combustíveis fósseis, observa-se uma busca incessante da sociedade por fontes energéticas sustentáveis. Isso também se deve à preocupação com as mudanças climáticas ocorridas nos últimos anos. Com isso cresce a necessidade de se utilizar fontes energéticas alternativas que proporcionem uma menor poluição do meio ambiente (COROMOTO *et al.*, 2010).

Considera-se uma fonte alternativa renovável qualquer fonte de energia capaz de se regenerar dentro do ciclo de vida de sua utilização e que possa ser utilizada pelas gerações futuras. Dentre os combustíveis biológicos renováveis usados atualmente, destacam-se o etanol, o biodiesel, o biogás e o óleo vegetal (GUERRA; FUCHS, 2010).

Entre essas fontes renováveis supracitadas, o biodiesel apresenta-se como uma alternativa promissora. Ele pode ser obtido a partir de óleos vegetais, gorduras de origem animal e até mesmo de óleos usados em frituras (COROMOTO *et al.*, 2010). Além disso, o Brasil possui uma grande variedade de oleaginosas com possibilidade de extração de óleo para a produção de biodiesel em larga escala. Destacam-se: a mamona, a soja, o dendê, o girassol, o algodão e o pinhão (FERREIRA; MOURA; SALES, 2010).

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de valor socioeconômico elevado para as regiões produtoras e uma fonte de divisas para o país (COSTA *et al.*, 2011). O óleo é seu principal produto, mas os produtos da cultura também podem ser utilizados na fabricação de tintas, vernizes, sabões, fibras sintéticas, plásticos, corantes, lubrificantes, bem como combustíveis de motores a diesel (REIS, 2009).

O uso do óleo da mamona para a produção do biodiesel vem sendo bastante incentivado. Isso se deve ao fato de essa oleaginosa se adaptar bem a situações climáticas adversas, desta forma ela é capaz de produzir sementes do norte ao sul do Brasil (REIS, 2009). Embora a mamoneira seja de fácil adaptação climática, ela é uma planta exigente em fertilidade, bem como em aeração para suas raízes, apresentando drástica redução no crescimento quando submetida a condições adversas (VALE *et al.*, 2004).

Na região semiárida a maior parte dos solos possui um baixo teor de matéria orgânica, implicando déficit nutricional (PRIMO; MENEZES; SILVA, 2011). O uso de substratos orgânicos oriundos de descartes agroindustriais é uma alternativa viável que

visa suprir este déficit encontrado no solo semiárido e obter plântulas mais vigorosas. Este substrato deve possuir características como composição uniforme, baixa densidade, boa porosidade, capacidade de retenção de água e capacidade de troca catiônica (KÄMPF; FERMINO, 2000).

Há substratos comerciais disponíveis no mercado, os quais possuem propriedades que proporcionam plântulas de qualidade, porém acarretam custos elevados (SILVA *et al.*, 2014), evidenciando-se assim as vantagens financeiras do uso de substratos orgânicos em detrimento dos comerciais.

Os materiais orgânicos são fontes de nutrientes e, ainda, alternativa para a destinação dos resíduos, diminuindo os possíveis problemas socioambientais, podendo ser uma saída efetiva para a redução dos altos custos de insumos necessários para a cultura (TRAZZI *et al.*, 2013).

A utilização de resíduos orgânicos na composição desses substratos bem como a adoção de cultivares tolerantes às condições edafoclimáticas da região vem demonstrando resultados satisfatórios no cultivo de mamona (CAMPANHARO *et al.*, 2006). Um fator limitante à agricultura nas regiões áridas e semiáridas é a baixa disponibilidade hídrica devido às baixas precipitações anuais (PRIMO *et al.*, 2011). Essa pluviosidade irregular pode acarretar uma deficiência hídrica no solo, e influenciar negativamente a produtividade das plantas (GORDIN *et al.*, 2015).

Os períodos de seca podem estimular as reações de aclimação das plantas e provocar alterações nas propriedades das membranas, aumento da respiração, inibição da fotossíntese, menor produção de matéria seca, senescência prematura e redução na produção (GRACIANO, 2009; UPADHYAY *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2012; DUARTE *et al.*, 2013).

Diante do exposto, o presente trabalho buscou analisar as características fisiológicas e bioquímicas de plantas de mamona (*Ricinus communis* L.) crescendo em substratos orgânicos oriundos de resíduos agroindustriais sob condições de estresse hídrico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Semiárido e o cultivo de oleaginosas

O semiárido brasileiro é composto por 1.262 municípios distribuídos em nove Estados da região nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), mais o norte de Minas Gerais, ocupando uma área total de 1,03 milhão de km² (SUDENE, 2017). Essa região representa 12% do território nacional (MINISTERIO INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2017).

O clima semiárido é caracterizado por alta temperatura média anual variando de 23 a 27 °C. Além disso, essa região apresenta alta insolação média anual (2.800 h/ano), evaporação de cerca de 2.000 mm/ano ou mais e umidade relativa do ar média em torno de 50% (BRASIL, 2005). A pluviosidade é baixa, cuja média varia entre 500 mm e 700 mm por ano, sendo as chuvas bastante irregulares, podendo variar entre 200 mm e 1.000 mm por ano (Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional- CAR, 2004).

Os solos são arenosos ou areno-argilosos, pobres em matéria orgânica, embora com teor regular de cálcio e potássio. Os solos rasos e pedregosos são derivados principalmente de rochas cristalinas, praticamente impermeáveis, nas quais as possibilidades de acumulação de água se restringem às zonas fraturadas (GARCIA; ROMEIRO, 2010). O semiárido também se caracteriza por uma vegetação de pequeno porte denominada de caatinga, que apresenta grande diversidade de espécies adaptadas, com alto potencial de exploração, tanto para consumo humano como animal (SILVA; LINO, 2008).

Estima-se que em 2017 a população do Nordeste do Brasil tenha alcançado aproximadamente 57 milhões de habitantes, o que corresponde a cerca de 36% da população total brasileira, sendo que é nessa região onde se registram os maiores índices de pobreza do país (IBGE, 2017).

A agricultura e a pecuária são as principais atividades econômicas de fixação da população nordestina nas condições do semiárido (CAMPELO; HAMASAKI, 2011). No Nordeste brasileiro, a agricultura tem papel de destaque na economia regional, onde 82,6% da mão de obra do campo está dedicada à agricultura familiar, em que os agricultores e suas famílias dependem majoritariamente das atividades agrícolas para seu sustento. Entretanto, a participação da produção agrícola nordestina no total do país ainda é baixa (CASTRO, 2013).

A dificuldade do sistema agrícola do Semiárido em atingir um desenvolvimento produtivo se deve à irregularidade de chuvas, condições do solo e a ausência de

tecnologias adequadas ao cultivo (BARROS; PORDEUS, 2016). Diante disso, Barros (2014) enfatizou a necessidade da adoção de práticas agrícolas sustentáveis, com o objetivo de aumentar a capacidade de adaptação dos povos e do sistema de produção às condições socioambientais locais, visando, assim, incrementar a produção de grãos e melhorar a rentabilidade para os produtores rurais (SOARES *et al.*, 2010).

O Brasil tem potencial para a exploração de plantas oleaginosas com o objetivo de produzir combustíveis, já que possui uma grande extensão territorial destinada para fins agrícolas. Atualmente, no Brasil há 60 unidades industriais produtoras de biodiesel autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo, cuja média da produção anual de 2017 foi 375.994 m³/mês alcançando-se uma produção total de 4.291.294 m³/ano, com 6% dessa produção (290.945 m³/mês) correspondendo à região nordeste. (ANP, 2018).

As unidades industriais operam com as seguintes espécies vegetais: dendezeiro, babaçu, pinhão manso, amendoim, coco, mamona, algodoeiro, canola, girassol, soja, milho (MELO, 2016).

A principal cultura oleaginosa utilizada na região semiárida é a da mamona (MELO, 2016). A planta se fixou no Brasil devido ao clima, ao fácil cultivo e resistência à escassez hídrica, podendo ser encontrada em boa parte do território brasileiro (MACARENCO; KUWAHARA, 2007). Nessa região existem quase quatro milhões de hectares apropriados, onde se alcançaria o rendimento de até 1,5 toneladas de sementes por hectare, enquanto a média anual é de apenas 750 quilos. Além disso, a mamona se converteria em uma alternativa produtiva para cerca de 15 milhões de pessoas que passam necessidades na região mais pobre do Brasil (SILVA; LINO, 2008).

2.2 Mamona (*Ricinus communis* L.)

A Índia é o maior produtor de grãos de mamona, com 87% dos 2,0 milhões de toneladas produzidas mundialmente, seguida por Moçambique, China e Brasi. Até 1978, o Brasil ocupava a posição de maior produtor mundial de mamona, mas atualmente o país contribui com menos de 2% da produção global (FAOSTAT, 2017). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (2016), o Brasil hoje conta com 125,1 mil hectares de terra sendo utilizadas para o cultivo da mamona, que produz cerca de 97,3 mil toneladas ao ano. Somente a região Nordeste conta com 124,6 mil hectares de terra destinados ao cultivo dessa planta, e isso gera 96,8 mil toneladas de mamona.

A mamona (*Ricinus communis*), pertencente à família Euphorbiaceae, é também denominada mamoneira, rícino, carrapateira ou bafureira (GARCIA; ROMEIRO, 2010). A planta possui origem afro-asiática e pode ser encontrada em todo o Brasil, em virtude de ser facilmente adaptável às diversas condições de solo e clima. Por ser menos exigente em água que outras oleaginosas, o cultivo ganha importância na região Nordeste do Brasil (SILVA; LINO, 2008). A cultura se destaca pelo seu elevado valor socioeconômico para o semiárido, seja como cultura alternativa de conhecida resistência à seca ou como fator fixador de mão-de-obra no campo (RIBEIRO *et al.*, 2009).

Das sementes extrai-se ainda o óleo de mamona ou rícino, que contém 90% de ácido ricinoléico, e corresponde a uma fonte praticamente pura deste ácido graxo, fato raro na natureza (RIBEIRO *et al.*, 2009). Esse óleo serve de matéria-prima para uma grande quantidade de aplicações, tais como: alimentação, química têxtil, papéis, plásticos e borrachas, perfumaria, cosméticos, farmácia, eletroeletrônicos e telecomunicações, tintas e adesivos, lubrificantes, entre outros (SILVA; LINO, 2008).

A mamona apresenta um hábito arbustivo, com diversas colorações de caule, folhas e racemos, podendo ou não possuir cera no caule e pecíolo. Os frutos, em geral, possuem espinhos. As sementes apresentam-se com diferentes tamanhos, formatos e grande variabilidade de coloração (RODRIGUES FILHO, 2000). É uma espécie resistente à seca, tendo como modo de cultivo a cultura de sequeiro. Sua altura pode alcançar até 3 m, bem como as raízes, que podem atingir até 3 metros de profundidade (MONTEIRO, 2007). Embora seja considerada uma planta de elevada resistência à seca, para produzir bem, a mamona necessita de pelo menos 16 nutrientes e aproximadamente 500 mm de chuva bem distribuída ao longo de seu ciclo (COSTA *et al.*, 2009; BELTRÃO *et al.*, 2008).

A mamona é bastante sensível à acidez do solo e exigente em nutrientes. Para o seu cultivo, os solos devem apresentar uma textura franca e franca-argilosa, profundos e bem drenados, com pH de 6,0 a 6,8 (SEVERINO *et al.*, 2006). Além da exigência nutricional, a mamona precisa ter boa aeração das suas raízes, e caso as exigências não sejam atendidas, ocorre drástica redução no crescimento (VALE *et al.*, 2004). Entre as principais técnicas aplicadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade, destaca-se a adubação (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Sendo assim, é crucial a utilização de um substrato rico em nutrientes para o seu

cultivo. Deste modo, buscam-se alternativas que gerem um melhor custo-benefício, razão pela qual geralmente se utilizam resíduos agroindustriais (LIMA *et al.*, 2006).

2.3 Substratos orgânicos

Conforme Chaves, Gheyi e Ribeiro (2011), a adubação é uma das principais tecnologias usadas visando o aumento da produtividade e da rentabilidade das culturas. Para a mamoneira, o nitrogênio é um dos principais responsáveis por esse aumento.

O termo substrato aplica-se ao material sólido, natural, sintético ou residual, mineral ou orgânico distinto do solo (ABAD; NOGUERA, 1998). Ele é um insumo que tem importante destaque devido à sua ampla utilização na produção de plântulas (FREITAS *et al.*, 2013). O cultivo de plantas utilizando substratos alternativos é uma técnica amplamente empregada na maioria dos países que desenvolvem sistemas agrícolas avançados (CAETANO, 2016). A utilização de substratos visa complementar ou substituir o uso do solo, e é um meio para o desenvolvimento das raízes, fonte de nutrientes, água e oxigênio para as plantas (CARNEIRO, 1995; GONÇALVES, 1995; KÄMPF; FERMINO, 2000).

A qualidade física do substrato é muito importante, devendo garantir plântulas de qualidade com baixo custo em um curto período (FURLAN *et al.*, 2007). A matéria prima para a produção deve apresentar adequadas características biológicas e físico-químicas como: aeração, retenção de água e nutrientes, além de permitir drenagem eficiente, proporcionando, desse modo, eficiência na emergência e crescimento rápido das plântulas (MEDEIROS *et al.*, 2010; BEZERRA; SILVA; FERREIRA., 2009), garantindo formação de plântulas de qualidade e sucesso do sistema de produção. Além disso, deve fornecer nutrientes em formas prontamente disponíveis, e apresentar um índice considerável de microrganismos benéficos às plantas, assim como não conter aqueles que são indesejáveis (SILVA *et al.*, 2015).

Os substratos comerciais disponíveis no mercado possuem boas propriedades que proporcionam plântulas de qualidade, porém possuem um custo elevado. Levando em consideração o cultivo realizado por agricultores familiares, custos com substratos levam à diminuição na rentabilidade, sugerindo a necessidade de se buscar novas fontes alternativas de substratos (SILVA *et al.*, 2015).

Existem vários materiais orgânicos que podem ser utilizados para a preparação de substratos alternativos. Estes materiais podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto (CARRIJO *et al.*, 2002). O uso visa promover o aproveitamento de recursos locais e a consequente redução do uso de insumos químicos, além de contribuir para maior equilíbrio ambiental (COSTA *et al.*, 2007).

A matéria orgânica é um dos componentes fundamentais dos substratos, cuja finalidade básica é aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as plântulas (CALDEIRA *et al.*, 2008). A aplicação de resíduos de origem animal ou vegetal promove no solo a integração de compostos orgânicos que, na medida em que são decompostos, tornam-se disponíveis às plantas (MOREIRA *et al.*, 2011). Entre os materiais frequentemente utilizados como substratos na produção de plântulas destacam-se: casca de arroz carbonizada (LUCAS *et al.*, 2003), esterco bovino (CAVALCANTI *et al.*, 2002), bagaço de cana (MELO *et al.*, 2003), composto orgânico (TRINDADE *et al.*, 2001), casca de acácia-negra (SOUZA *et al.*, 2003), húmus de minhoca (LIMA *et al.*, 2001) e biossólido (GARCIA *et al.* 2009).

Apesar das potencialidades comprovadas dos substratos alternativos, é preciso verificar experimentalmente os mais adequados à cada cultura bem como a melhor mistura que permita a obtenção de plantas vigorosas (COSTA *et al.*, 2010), pois a formulação correta desses materiais pode proporcionar a obtenção de plântulas de qualidade em menor tempo. (SILVA *et al.*, 2015).

2.4 Estresse hídrico e o cultivo de mamona

Em condições naturais ou agricultáveis, as plantas estão frequentemente expostas a estresses. O termo estresse deriva da palavra latina “stringere” e, do ponto de vista fisiológico, é definido como um desvio significativo das condições ótimas para a vida (considerando a sobrevivência e reprodução), induzindo mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do organismo (TAIZ; ZEIGER, 2009). De acordo com sua natureza, os estresses podem ser classificados em bióticos e abióticos. O estresse biótico é ocasionado por outros organismos vivos. Já os estresses abióticos são condições anormais dos componentes químicos e físicos do meio (BIANCHI; GERMINO; SILVA, 2016).

A água é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento de plantas, sua falta constitui uma das principais fontes de estresse (MORENO, 2009). Além disso, desempenha papel de grande importância na agricultura, pois ela atua diretamente no crescimento e desenvolvimento de culturas agrícolas e atua em quase todos os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas (SILVA, 2013). Segundo Reddy *et al.*, (2004) a seca é um dos principais entraves encontrados na produtividade agrícola mundial. Desse modo, muitos estudos vêm sendo realizados a fim de desenvolver plantas mais tolerantes e/ou capazes de se aclimatarem às diversas condições abióticas externas (ARAÚJO *et al.*, 2010; XU *et al.*, 2011; MELO *et al.*, 2014).

Conforme Silva *et al.* (2009), plantas cultivadas em ambientes áridos e semiáridos estão expostas a longos períodos de déficit de água no solo, desse modo, desenvolveram estratégias para tolerar a seca. Dentre essas estratégias podemos citar a redução da área foliar, diminuição da condutância estomática, resistência protoplasmática, aumento da elasticidade, redução do potencial hídrico dos tecidos, devido principalmente ao acúmulo de solutos compatíveis ou osmólitos, proteínas osmoprotetoras e à capacidade antioxidante (SOBREIRA, 2017).

O estresse hídrico provoca alterações nas propriedades das membranas, como a peroxidação lipídica, pela ação das espécies reativas de oxigênio, aumento da respiração, inibição da fotossíntese, menor produção de matéria seca, senescência prematura e redução na produção (ARAÚJO; DEMINICIS, 2009; UPADHYAY *et al.* 2011; PEREIRA *et al.*, 2012; DUARTE *et al.*, 2013). Adicionalmente, podem ocorrer também aumentos nas produções de fibra e lignina. O déficit hídrico em períodos de estiagem pode proporcionar também uma redução do perfilhamento basal e aéreo; na razão folha/caule e; da lâmina foliar em gramíneas forrageiras (BARRETO *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2001).

Na mamoneira o déficit hídrico reduz o número médio de folhas e a produção de biomassa, refletindo em baixas produtividades. Além disso, pode levar à redução na área foliar (BELTRÃO *et al.*, 2005). O estresse hídrico em plantas de mamona afeta seu desenvolvimento e a taxa de absorção de CO₂, levando as plantas a apresentarem estrutura foliar reduzida (PINHEIRO; CHAVES, 2011). Esse fator também pode afetar o surgimento de novos cachos refletindo na queda da produção, já que a mamoneira é

uma planta que permanece crescendo e produzindo enquanto houver disponibilidade de água e nutrientes (SOUZA *et al.*, 2007).

Mesmo com a baixa disponibilidade hídrica presente no semiárido, o uso de estratégias como a utilização de substratos orgânicos pode mitigar os danos nas culturas. Dentre essas estratégias cita-se também o uso eficiente dos recursos hídricos, por meio da escolha de genótipos ou cultivares mais tolerantes às condições edafoclimáticas locais, acrescido de um manejo adequado do solo, o que inclui uma adubação adequada (CHAVARRIA *et al.*, 2015).

3. REFERÊNCIAS

ABAD, M.; NOGUERA, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA ABRAHÃO, W. A. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, 2013.

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Produção e fornecimento de biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/producao-de-biocombustiveis>>. Acesso em: 31 de março de 2018.

ARAÚJO, C. A. de S.; RUIZ, H. A.; CAMBRAIA, J.; NEVES, J. C. L.; FREIRE, M. B. G. dos S.; FREIRE, F. J. Seleção varietal de *Phaseolus vulgaris* quanto à tolerância ao estresse salino com base em variáveis de crescimento. **Revista Ceres**, v. 57, p. 132-139, 2010.

ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 4, 2009.

BARROS, J. D. S. **Estoques de carbono e nitrogênio em vertissolo e condições socioeconômicas e ambientais na microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso (PB)**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2014. 152 p.

BARROS, J. D. S.; PORDEUS, A. V. **Agricultura no semiárido brasileiro: desafios e potencialidades na adoção de práticas agrícolas sustentáveis**. In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido – CONIDIS, 1., 2016, Campina Grande – PB. *Anais...* Campina Grande: REALIZE, 2016. p. 1-10.

- BARRETO, G. P.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B. Avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido com o milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Submetidos a Estresse Hídrico. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.30, n. 1, p7-11, 2001.
- BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and soil**, v. 39, n. 1, p. 205-207, 1973.
- BELTRÃO, N. E. M.; MELO, F. B.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. Mamona: árvore do conhecimento e sistemas de produção para o Semi-Árido brasileiro. (EMBRAPA – CNPA, Circular Técnica, 70). Campina Grande: **EMBRAPA – CNPA**, 19p, 2003.
- BELTRÃO, N. D. M.; GONDIM, T.; PEREIRA, J. R.; SEVERINO, L.; CARDOSO, G. D. Estimativa da produtividade primária e partição de assimilados na cultura da mamona no Semi-Árido brasileiro. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v. 9, n. 1/3, p. 925-930, 2005.
- BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; SILVA, O. R. R. F. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Produção e produtividade agrícola**. In: Grãos oleaginosos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. v. 1. cap. 4. p.753 – 766, 2008.
- BEZERRA, F. C.; SILVA T. C.; FERREIRA F. V. M. Produção de mudas de pimentão em substratos à base de resíduos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, 2009.
- BIANCHI, L.; GERMINO, Gabriel H.; ALMEIDA, M. S. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 4, p. 15-32.
- BRASIL. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Mundo Clima**. Cadernos NAE, n. 3, p. 67-68, 2005.
- CADAHIA, C. (Ed.) **Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p.287-342, 2016.
- CAETANO, M. C. T. **Substratos orgânicos para a produção de mudas de *Tabebuia heptaphylla* irrigadas com água potável e residuária**. Tese (Doutorado) Jaboticabal: UNESP, 2016.75p.
- CALDEIRA, M. V. W.; DA ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v. 9,

n. 1, 2008.

CAMPELO, D. A.; HAMASAKI, C. S. Políticas públicas e ações sustentáveis no semiárido pernambucano: fortalecimento da pequena agricultura familiar. **Revista da Ciência da Administração**, v. 1, 2011.

CASTRO, C. N. A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. **Boletim regional, urbano e ambiental**, v.8, n.2, p.77-89, 2013.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. **Revista de Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 126-133, 2011.

CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; LIRA JÚNIOR, M. de A.; ESPINDULA, M. C.; COSTA, J. V. T. da. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 2, p. 140-145, 2006.

CAR, Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional. **Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável – PDRS**: Irecê. Salvador: CAR, 2004.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; UENF, 1995. 451p.

Carrijo, D. A.; Liz, R. S.; Makishima, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.6, p.71-80, 1975.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Emergência e crescimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em diferentes substratos. **Revista Ceres**, v. 49, n. 282, p. 97–108, 2002.

CHAVARRIA, G.; DURIGON, M. R.; KLEIN, V. A.; KLEBER, H. Restrição fotossintética de plantas de soja sob variação de disponibilidade hídrica. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1387-1393, 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra da Mamona 2016**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 12 de março de 2018.

COROMOTO, A.; CAMARGO, R.; SANTOS, E. P.; COSTA, T. R.; SILVA, P. A. Produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em diferentes substratos e tamanhos de embalagens. **Agropecuária Técnica**, v. 31, p. 119-125, 2010.

- COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, V. L. A. DE; NUNES JUNIOR, E. S.; GUIMARÃES, M. M. B.; DAMACENO, F. A. V. Efeito do lixo orgânico e torta de mamona nas características de crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Revista Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**, v.6, p.259-268, 2009.
- COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; MELO FILHO, J. S.; SILVA, D. P.; DANTAS, G. F.; SILVA, F. E. A. Avaliação da fisiologia e bioquímica da mamoneira em função da aplicação de composto orgânico de lixo e torta de mamona como fertilizantes. **Revista Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 1, p. 101 - 109, 2011.
- COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M.; MOURA, R.; GIODA, M.; MACIEL, P.H.; PEREIRA, D. C. Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface, beterraba e brócolis. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, p. 1694-1697, 2007.
- DUARTE, E. A. A.; MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. Características agronômicas e índice de colheita de diferentes genótipos de amendoim submetidos a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi**, v. 17, p. 843 - 847, 2013.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. T.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- FERREIRA, M. O.; MOURA, K. H. L.; SALES, R. S. P. **Seleção de oleaginosas para produção de biodiesel no agreste pernambucano com a aplicação dos métodos multicritérios para a decisão**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, SP, Brasil, 2010.
- FAOSTAT. United Nations Food and Agriculture Organization **Castor Oil Seeds**.. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 15 de março de 2017.
- FURLAN, F.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; MARINI, D.; CASTOLDI, G.; SOUZA, J. H.; PIVETTA, L. A.; PIVETTA, L. G. Substratos alternativos para produção de mudas de couve folha em sistema orgânico. **Cadernos de Agroecologia**, v. 2, p. 1686-1689, 2007.

- FREITAS, G. A. Produção e área colhida de mamona no Nordeste. **Informe Rural ETENE**. Ano V, n.14, 2011.
- GAINES, T. P.; PARKER, M. B.; GASCHO, G. J. Automated Determination of Chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate extraction 1. **Agronomy Journal**, v. 76, p. 371-374, 1984.
- GARCIA, G. D. O.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C.; NAZÁRIO, A. A.; REIS, E. F. Crescimento de mudas de eucalipto submetidas à aplicação de biossólidos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p.87 – 94, 2010.
- GARCIA, J. R.; ROMEIRO, A. R. Desafios para a produção de biodiesel por produtores familiares no Semiárido brasileiro. **Informações Econômicas**, v. 40, p. 5-17, 2010.
- GONÇALVES, A. L. **Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais**. In: MINAMI, K., ed. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf./T.A. Queiroz, 1995. 128p.
- GORDIN, C. R. B.; SCALON, S. P. Q.; MASETTO, T. E. Disponibilidade hídrica do substrato e teor de água da semente na germinação de niger. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 3, 2015.
- GRACIANO, E. S. A. **Estudos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de amendoim (Arachis hypogaea L.) submetidas à deficiência hídrica**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009, 66 p. Disponível em:<<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/bitstream/tede2/4969/2/Erika%20Socorro%20Alves%20Graciano.pdf>>. Acesso em: 27 de dezembro de 2017.
- GUERRA, E. P.; FUCHS, W. Biocombustível renovável: uso de óleo vegetal em motores. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 8, p. 103-112, 2017.
- GUIMARÃES, C. M. **Efeitos fisiológicos do estresse hídrico**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1998, 205 p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa Populacional 2017**. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 12 de março de 2018.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, v. 29, n. 12, 2015.

- KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. In: Encontro Nacional sobre substratos para plantas. **Anais...** v. 1, p. 112-121, 2000.
- LAVINSKY, A. O. **Características fotossintéticas e crescimento inicial de mudas de *Euterpe edulis* em ambientes de ‘Cabruca’**. Dissertação (Mestrado) Ilhéus: UESC. Ilhéus-BA, 2009.74p.
- LIMA, R. L. S.; FERNANDEZ, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce CCP-76 submetidas a adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 391-395, 2001.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de Mamoneira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 480-486, 2006.
- LUCAS, M. A. K.; SAMPAIO, N. V.; KOHN, E. T.; SOARES, P. F.; SAMPAIO, T. G. Avaliação de diferentes composições de substratos para a aclimação de mudas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 16-23, 2003.
- MACARENCO, R.; KUWAHARA, M. Y. A produção do biodiesel: impactos na agricultura familiar da mamona no semi-árido brasileiro. **Revista Jovens Pesquisadores**. Ano IV, p.48-71, 2007.
- MEDEIROS, A. S.; SILVA, E. G.; LUISON, E. A.; JUNIOR, R. A.; KOUZSNYANDREANI, D. I. Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface. **Revista Agrarian**, v.3, p.261-266, 2010.
- MELO, A. S.; BRITO, M. E. B.; GOIS, M. P. P.; BARRETO, M. C. V.; VIEGAS, P. R. A.; HOLANDA, F. S. R. Efeito de substratos orgânicos organo-minerais na formação de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis*). **Revista Científica Rural**, v. 8, p. 116-121, 2003.
- MELO, C. D. **Potencialidade do Nordeste para o setor de biocombustível: revisão bibliográfica**. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Rio Grande do Norte: UFRN. 2016.40p.
- MELO, G. M.; BARBOSA, M. R.; DIAS, A. L. DE F.; WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Pré-condicionamento *in vitro* de plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) para

tolerância ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p. 27-33, 2014.

MINISTERIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Semiárido Brasileiro**. Disponível em: < <http://www.integracao.gov.br/semiarido-brasileiro>>. Acesso em: 31 de março de 2018.

MONTEIRO, J. M. G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semi-árido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. Dissertação (Mestrado) – Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2007. 315 p. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/mmonteirojmg.pdf>> Acesso em: 28 de dezembro de 2017.

MONTEIRO, J. M. G.; ROVERE, E. L. Plantio de oleaginosas para produção de biodiesel como estratégia de adaptação às mudanças climáticas. **Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento**, v.157, p. 1 - 43, 2010.

MOREIRA, R. A. et al. Produção e qualidade de frutos de pitaia-vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. Especial, p.762-766, 2011.

OBERMAIER, M.; ROSA, L. P. Mudança climática e adaptação no Brasil: uma análise crítica. **Estudos avançados**, v. 27, p. 155-176, 2013.

OLIVEIRA, F. D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F. D.; MEDEIROS, J. F. D.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 206-211, 2009.

PEREIRA, J. W.; MELO FILHO, P. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; NOGUEIRA, R. M.; SANTOS, R. C. Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 766-773, 2012.

PINHEIRO, C.; CHAVES, M. M. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? **Journal of Experimental Botany**, v. 62, p. 869- 882, 2011. PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. da. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v.7, p. 01-12, 2011.

REIS, F. A. **Análise do potencial produtivo da mamona no estado do Ceará**.

Dissertação (Mestrado) – Fortaleza: UFC, 2009, 86 p. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/6891/1/2009_dis_fareis.pdf> Acesso em: 26 de dezembro de 2017.

RIBEIRO, S.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. GHEYI, H. R.; LACERDA, R. D. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v.40, p. 465-473, 2009.

RODRIGUES FILHO, A. A cultura da mamona. (**Boletim técnico**). Belo Horizonte: Emater-MG, 2000. 20 p.

SANTOS, E. A.; SILVA, D. S.; QUEIROZ FILHO, J. L. . Composição química do capim-elefante cv. roxo cortado em diferentes alturas, **Revista Brasileira Zootecnia**, v.30, p.18-23, 2001.

SCHURR, U.; HECKENBERGER, U.; HERDEL, K.; WALTER, A.; FEIL, R. Leaf development in *Ricinus communis* during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink-source-transition. **Journal of Experimental Botany**, v.51, p.1515-1529, 2000.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 563-568, 2006.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J.; VALE, F. H.; ARAÚJO, F. P. D.; PIMENTA, M. A. Stomatal changes induced by intermittent drought in four umbu tree genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, p. 33-42, 2009.

SILVA, E. F.; SOUZA, E. G. F.; SANTOS, M. G.; ALVES, M. J. G.; JÚNIOR, A. P. B.; SILVEIRA, L. M.; SOUSA, T. P. Qualidade de mudas de pepino produzidas em substratos à base de esterco ovino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, p. 93-99, 2015.

SILVA N. G. A.; LINO. A. de S. Mamona e o biodiesel: oportunidade para o semiárido. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, SOBER, 46., 2009, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, AC: Amazônia, Mudanças Globais: O desenvolvimento em questão, 2009.

SILVA, R. R. **Relação entre precipitação pluviométrica e produtividade da cultura de soja no município de Ibirubá-RS**. Dissertação (Mestrado) – Ibirubá: Universidade

Federal de Santa Maria, 2013, 95 p.

SOARES, C. S.; MAGALHÃES, I. D.; COSTA, F. E.; ALMEIDA, A. E. S. Consórcio mamona gergelim nas condições do semiárido paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4, 2010, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão. v.único, p.794-799, 2010.

SOBREIRA, F. B. D. S. **Respostas morfofisiológicas e herança materna para tolerância à seca em progênies de café conilon.** Tese (Doutorado) – Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo, 2017, 96p.

SOUZA, A. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; BEZERRA, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I - Componentes de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.414-421, 2007.

SOUZA, P. L., VIEIRA, L. R., BOLIGON, A. A., & VESTENA, S. Produção e qualidade de mudas de *Eugenia involucrata* DC. em diferentes substratos. **Revista Biociências**, v. 21, n. 1, p. 100-108, 2015.

SOUZA, P. V.; CARNIEL, E.; SCHMITZ, J. A. K.; SILVEIRA, S. V. da. Substratos e fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento vegetativo de Citrange Troyer. **Agropecuária Catarinense**, v. 16, n. 3, p. 84-88, 2003.

SUDENE – Superintendência do desenvolvimento do Nordeste. **Nova delimitação do semiárido.** Disponível em: <<http://sudene.gov.br/noticias/63-regional/829-resultado-reuniao-condel>>. Acesso em: 31 de março de 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TRINDADE, A. V.; MUCHOVEJ, R. M. C.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Crescimento e nutrição de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta a composto orgânico ou adubação mineral. **Revista Ceres**, v. 276, p. 181–194, 2001.

UPADHYAYA, H. D.; SHARMA, S.; SINGH, S.; SINGH, M. Inheritance of drought resistance related traits in two crosses of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Euphytica**, v. 177, n. 1, p. 55-66, 2011.

VALE, L. S.; COSTA, J. V. T.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. Crescimento da mamona em solo compactado. In: Congresso Brasileiro de Mamona. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, v.01, p. 8-11, 2004.

XU, Y.; ZHAN, C.; HUANG, B. Heat shock proteins in association with heat tolerance in grasses. **International Journal of Proteomics**, 2011, 11p.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Analisar as características fisiológicas e bioquímicas de plantas de mamona (*Ricinus communis* L.) crescendo em substratos orgânicos (resíduos agroindustriais) sob condições de estresse hídrico.

4.2 Objetivos específicos

- Analisar dentre os substratos orgânicos disponíveis aquele que proporciona melhor crescimento das plantas;
- Submeter os substratos que obtiveram os melhores resultados a condições de estresse hídrico.
- Verificar os efeitos nas variáveis germinativas (percentual de emergência, índice de velocidade de emergência e tempo médio de germinação);
- Avaliar o crescimento de plantas de mamona através de avaliações biométricas (número de folhas, altura da planta, diâmetro do coleto, área foliar) e produção de matérias fresca e seca;
- Estimar os teores relativos de clorofila;
- Determinar os teores de solutos orgânicos.

5. ESTRATÉGIA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação localizada no IFCE *Campus* Maracanaú, no estado do Ceará, Brasil, e as análises químicas e bioquímicas realizadas no laboratório de Bioquímica e Fisiologia Vegetal do IFCE *Campus* Maracanaú. Foram utilizadas sementes dos cultivares BRS Energia e BRS Nordestina concedidas pela Embrapa Algodão, Campina Grande – PB.

A presente dissertação foi dividida em dois experimentos, que resultaram na produção de dois capítulos, cada qual correspondendo a um artigo científico submetido à revistas científicas indexadas.

O primeiro artigo intitulado “Variáveis germinativas e de crescimento em plântulas de mamona cultivadas em diferentes resíduos orgânicos agroindustriais”; foi submetido à revista *Holos* (ISSN 1807-1600) e está aguardando avaliação. O segundo

artigo intitulado “Germinação, crescimento e teores de solutos orgânicos em dois cultivares de mamoneira em substratos alternativos e sob estresse hídrico” encontra-se formatado de acordo com as normas da revista Semina: Ciências Agrárias (ISSN 1679-0359) e está aguardando sugestões da banca para submissão.

As descrições detalhadas de cada um dos experimentos encontram-se independentemente evidenciadas na seção “Material e Métodos” de cada artigo.

EXPERIMENTO I
ARTIGO 1

(Artigo submetido à HOLOS: ISSN 1807-1600)

VARIÁVEIS GERMINATIVAS E DE CRESCIMENTO EM MAMONEIRA CULTIVADAS EM DIFERENTES RESÍDUOS ORGÂNICOS AGROINDUSTRIAIS

Fabiana Barbosa Braz de Almeida², Larissa Moraes Sena³, Lorena Ferreira de Moura

³, Julyanne Fonteles de Arruda³, Francisca Raíssa da Silva Costa³, Franklin Aragão

Gondim^{4}*

RESUMO

A mamona é uma oleaginosa bastante utilizada para a fabricação de biocombustível. O trabalho teve por objetivo avaliar variáveis germinativas e de crescimento em plântulas de mamona cultivadas em diferentes resíduos orgânicos agroindustriais. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no IFCE Campus Maracanaú em delineamento experimental inteiramente casualizado com 7 tratamentos (1. 100% de areia em volume; 50% de areia e 50% de resíduos orgânicos agroindustriais: 2. húmus de minhoca; 3. casca de amendoim; 4. fibra de coco; 5. bagaço de cana, 6. torta de mamona; ou 7. casca de arroz carbonizada) e 5 repetições. Inicialmente foram analisadas as variáveis germinativas (Percentual de emergência, Índice de velocidade de emergência e tempo médio de germinação). Em seguida, aos 9 dias após semeadura (DAS), foram avaliados semanalmente as variáveis de crescimento (altura, diâmetro do coleto e o número de folhas). Aos 28 DAS foram aferidos os teores relativos de clorofila e realizada a coleta das plântulas para quantificar a matéria fresca, seca e área foliar. Os resíduos torta de mamona e casca de arroz carbonizada não podem ser utilizados na formulação de substratos, pois impossibilitaram a germinação. A fibra de coco e bagaço de cana de açúcar possibilitaram a germinação, porém com reduzido crescimento das plântulas. Dentre os resíduos agroindustriais, a casca de amendoim apresentou os melhores resultados. Devido ao reduzido custo e fornecer uma destinação adequada ao resíduo, a casca de amendoim poderia ser uma alternativa orgânica para o cultivo de mamona, visto ser uma estratégia viável e ambientalmente vantajosa.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de crescimento, Resíduos agroindustriais, *Ricinus communis*.

GERMINATING AND GROWTH VARIABLES IN CASTOR BEAN CULTIVATED UNDER DIFFERENT ORGANIC AGROINDUSTRIAL WASTE

ABSTRACT

Castor oil is oil used in the manufacture of biofuel. The objective of this work was to evaluate germination and growth variables in castor bean plants grown in different agroindustrial organic residues. The experiment was conducted under greenhouse conditions at IFCE Campus Maracanaú in a completely randomized experimental design with 7 treatments (1. 100% sand in volume, 50% sand and 50% organic agroindustrial waste: 2. earthworm humus; peanut shell, coconut fiber, 5. sugarcane bagasse, castor oil cake, or carbonized rice husk) and 5 replicates. Initially the germination variables were analyzed (Emergency percentage, Emergency speed index and average germination time). Then, at 9 days after sowing (DAS), the growth variables (height, collection diameter and number of leaves) were evaluated weekly. At 28 DAS the relative levels of chlorophyll were measured and the seedlings collected to quantify fresh matter, dry matter and leaf area. The castor cake residue and charcoal rice husk cannot be used in the formulation of substrates, since they prevented the germination. Coconut fiber and sugarcane bagasse allowed the germination, but with reduced growth of the seedlings. Among the agroindustrial residues, the peanut shell presented the best results. Due to the low cost and adequate disposal of the residue, peanut bark could be an organic alternative to castor bean cultivation, since it is a viable and environmentally advantageous strategy.

KEYWORDS: Growth analysis, agroindustrial waste, *Ricinus communis*.

1. INTRODUÇÃO

Mediante a busca incessante da sociedade por uma vida mais sustentável, é possível notar a ascensão dos biocombustíveis no cenário nacional frente aos combustíveis fósseis derivados do petróleo. Dentre esses combustíveis renováveis destaca-se o biodiesel, que é oriundo de vegetais oleaginosos. No Brasil o óleo extraído da mamona é uma alternativa à produção desse combustível, e desta forma, criou-se uma perspectiva real para a expansão do cultivo da mamona (LIRA e BARRETO, 2009).

A mamona é uma espécie bastante exigente em nutrientes, desta forma é considerada esgotadora de solos, tendo produtividade muito alta em solos com alta fertilidade natural ou que receberam adubação em quantidade adequada (SEVERINO et al., 2006). Assim, seu cultivo se tornaria incompatível com solos do semiárido, pois são solos rasos e com baixa disponibilidade nutricional.

Normalmente, para o enriquecimento deste solo, são empregados substratos comerciais, porém isso acarreta elevados custos de produção (DANNER et al., 2007). Assim, pensou-se na utilização de um meio alternativo, como a utilização dos resíduos sólidos provenientes dos processos agroindustriais (MALHEIROS e PAULA JÚNIOR, 1997). A utilização desses compostos orgânicos na fabricação desses substratos é uma alternativa viável tanto do ponto de vista econômico, como ambiental. Isso ocorre em razão de esses compostos proporcionarem uma redução dos custos de produção, reciclagem de nutrientes e disposição adequada dos resíduos no ambiente (HIGASHIKAWA, 2013).

Entre os materiais frequentemente utilizados como substrato, têm-se: esterco bovino (CAVALCANTI et al., 2002), bagaço de cana (MELO et al., 2003), mucilagem de sisal, casca de amendoim e cama de frango (LIMA et al., 2006). Contudo a qualidade física e química dos substratos influencia o processo de germinação das sementes, especialmente com relação ao desenvolvimento radicular (TORRES et al., 2012).

Diante disso, buscou-se encontrar resultados positivos que viabilizem a germinação e o crescimento da mamona em substratos alternativos. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar as variáveis germinativas e de crescimento em mamoneira BRS Energia, cultivada em diferentes substratos orgânicos (resíduos agroindustriais).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no IFCE Campus Maracanaú-CE, Brasil, no período de agosto a setembro de 2016. Os valores médios de umidade relativa do ar e temperatura foram 54% e 31 °C, respectivamente. Inicialmente, foram semeadas 5 sementes por vaso a fim de calcular variáveis germinativas. Em seguida, aos 9 dias após a semeadura (DAS), realizou-se desbaste e adotou-se o delineamento experimental Inteiramente Casualizado (DIC), com 7 tratamentos e 5 repetições com 3 plântulas.

Cada tratamento foi composto por somente areia ou uma mistura em partes iguais (em volume) de areia e resíduos orgânicos agroindustriais: húmus de minhoca (controle positivo), casca de amendoim, fibra de coco, bagaço de cana, torta de mamona ou casca de arroz carbonizada.

Na Tabela 1 podemos observar a quantidade de alguns nutrientes contidos nos resíduos utilizados.

Tabela 1. Concentrações de Nitrogênio total (N total), fósforo total (P total), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) dos resíduos agroindustriais utilizados na preparação dos substratos para o cultivo da mamona.

Substrato	N total	P total	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
	-----%				
Húmus de minhoca	1,50	1,30	1,70	1,40	0,50
Casca de amendoim	0,97	0,02	0,17	0,45	0,33
Fibra de coco	0,95	0,27	2,14	0,61	0,25
Bagaço de cana	1,07	0,25	0,94	0,07	0,04
Torta de mamona	7,54	3,11	0,66	0,75	0,51
Casca de arroz	0,70	0,20	0,32	0,84	2,23

Fonte: Autor, 2018

Foram utilizadas sementes de mamona cultivar BRS Energia cedidas pela EMBRAPA Algodão. A semeadura ocorreu em vasos plásticos de 5 litros. Realizou-se a rega diária a 80% da capacidade de campo de cada substrato, por um período de 28 dias. Foram avaliadas as seguintes variáveis germinativas: Índice de velocidade de emergência (IVE), calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação (MAGUIRE, 1962); Tempo médio de emergência (TME), obtido através de contagens diárias das sementes germinadas até oito dias após a semeadura (DAS), sendo expresso em dias (LABORIAU, 1983), e o percentual de emergência (%E), que se constituiu da percentagem de sementes germinadas.

Após a emergência das plântulas (9 DAS), foram registrados semanalmente os valores de crescimento em altura da planta e diâmetro caulinar, com o auxílio de um paquímetro digital e o número de folhas, no período de 9 a 28 DAS. Na última avaliação, aos 28 DAS, determinaram-se os teores relativos de clorofila com um medidor portátil – Minolta SPAD – 502, Osaka, Japão, os dados de massa fresca da parte aérea e das raízes e, a área foliar por meio de um scanner foliar. O material obtido na coleta foi colocado em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, ate obtenção da massa constante, para as determinações das massas secas da parte aérea e raízes.

Terminada a fase de cultivo das plantas, foram determinados o pH e a condutividade elétrica dos extratos de saturação dos substratos para verificar a presença de sais dissolvidos em excesso. Amostras homogêneas de cada um dos substratos foram dispostas em água destilada na proporção de 2:1 (em volume). Após

48h, foram realizadas as medições utilizando um medidor de pH digital e um condutivímetro.

Os dados de altura da parte aérea, número de folhas e diâmetro dos caules foram submetidos à ANOVA e regressão polinomial utilizando-se o programa estatístico Sisvar 5.4 (FERREIRA, 2010). Já os dados de teores relativos de clorofila, matéria fresca e seca foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) através do programa Sigma Plot 11.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos substratos propostos, somente cinco possibilitaram a germinação das sementes de mamona. Os substratos contendo as misturas de torta de mamona e casca de arroz carbonizada apresentaram condutividade elétrica de 1,270 e 0,968 e pHs de 7,07 e 4,80, respectivamente (Tabela 2). Acredita-se que estes fatores possam ter contribuído para o insucesso da germinação.

Tabela 2. Valores de pH e condutividade elétrica dos extratos de saturação dos substratos utilizados para o cultivo da mamona ao fim do período experimental.

Substratos	pH	Condutividade elétrica (dS . m ⁻¹)
Areia	7,29	0,135
Húmus + areia	7,71	0,389
Amendoim + areia	6,95	0,316
Fibra de coco + areia	6,99	0,257
Bagaço de cana + areia	5,74	0,593
Torta de mamona + areia	7,07	1,270
Casca de arroz carbonizada + areia	4,80	0,968

Fonte: Autor, 2018

A condutividade elétrica aparente do solo é influenciada por uma combinação de propriedades físico-químicas incluindo sais solúveis, teor de argila e mineralogia, teor de água no solo, densidade aparente, matéria orgânica e temperatura do solo (CORWIN et al., 2005)

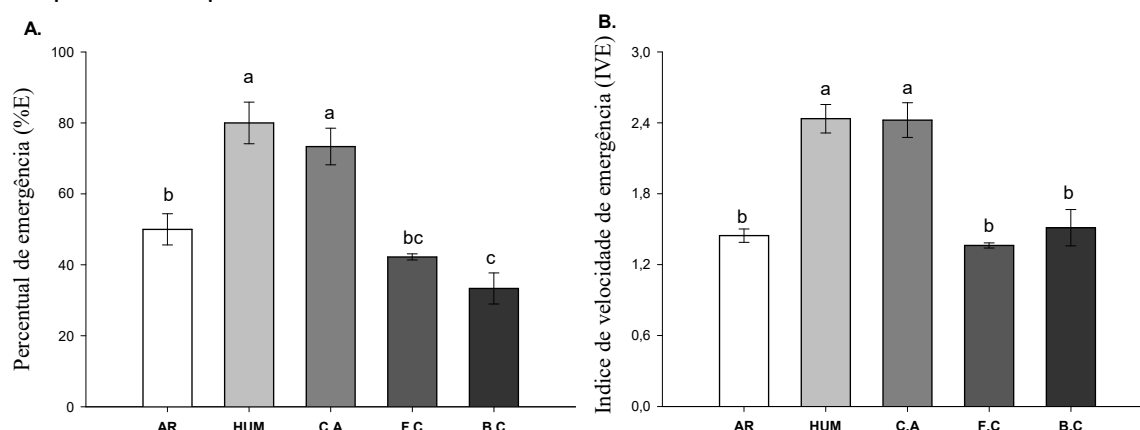
As mudanças na absorção de água e nutrientes, proporcionadas pela variação da condutividade do meio nutritivo, levam a alterações da fisiologia das plantas (BELTRÃO et al., 1997). Essas alterações relacionam-se, dentre outros fatores, à abertura estomática e ao aumento ou diminuição da área foliar, estando esses fatores intimamente ligados com a eficiência fotossintética, e consequentemente, com a produção de material seco pelas

plantas (SILVA, 2017).

Pizarro (1996) afirmou que condutividades elétricas do solo superiores a 2 dS.m⁻¹ podem ocasionar danos à produção de cultivares sensíveis. Tanto a germinação como o desenvolvimento de radícula são afetados negativamente, em condições de extrema acidez ou extrema alcalinidade (SOUZA FILHO et al., 1996). Eberlein (1987) afirmou que, em condições onde o pH é igual ou inferior a 3,0 ou igual e superior a 9,0, há inibição da germinação e do crescimento da radícula.

Com relação às variáveis germinativas, observou-se que, quanto ao percentual de emergência (E%), o Húmus possibilitou 80% de germinação, o amendoim 73%, enquanto a cana-de-açúcar apenas 33% (Figura 1A). Assim, os tratamentos Húmus e amendoim apresentaram incrementos de 60 e 47%, respectivamente, em relação ao tratamento areia. Sabe-se que ausência de nutrientes no solo pode implicar diretamente no crescimento da plântula, principalmente a deficiência de nitrogênio (MENDES, 2007). Assim o E% se correlacionou à disponibilidade de nutrientes nos substratos empregados. Adicionalmente, sugere-se que a elevada condutividade elétrica e o pH ácido observados no tratamento contendo bagaço de cana de açúcar possa ter contribuído para o reduzido %E, tendo em vista que o excesso de sais no solo pode elevar a condutividade elétrica do extrato de saturação e comprometer as razões Na⁺/Ca²⁺, Na⁺/Mg²⁺ e Na⁺/K⁺ nas plantas (PEREIRA et al., 2006).

Referindo-se ao índice de velocidade de emergência (IVE) e ao tempo médio de emergência (TME), notou-se que os maiores IVEs foram observados nos tratamentos contendo húmus e amendoim, levando a incrementos de 69 e 68%, respectivamente, em relação ao controle negativo (areia). Estes substratos também proporcionaram os menores TMEs (Figuras 1B e 1C). Segundo Soares et al. (2012) um elevado IVE implica no melhor desenvolvimento radicular e vegetativo, pois possibilita uma maior rapidez de estabelecimento, que ocorre em função do rápido desenvolvimento da parte aérea. Esse fato permite antecipar a captação dos raios solares, desencadeando os processos fisiológicos e bioquímicos da planta.



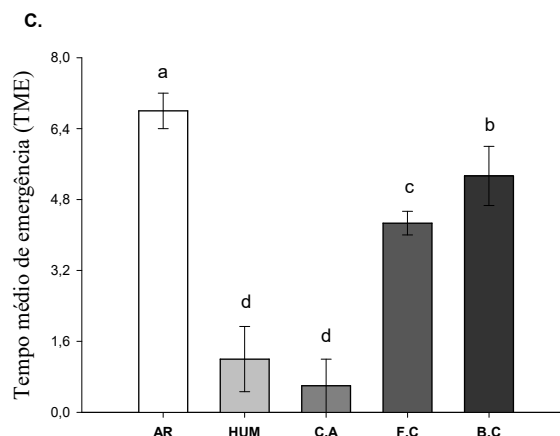


Figura 1. A – Percentual de emergência; B – Índice de velocidade de emergência; C – Tempo médio de germinação em plântulas de mamona submetidas a diferentes substratos orgânicos aos 9 dias após a semeadura. Diferentes letras indicam diferenças significativas em relação ao tipo de substrato de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Com relação aos teores relativos de clorofila (Figura 2), os maiores valores foram observados nos tratamentos húmus, amendoim e cana de açúcar que não diferiram entre si e foram, em média, 48%, maiores do que o tratamento contendo somente areia. Os reduzidos valores no tratamento contendo somente areia se devem à ausência de nutrientes necessários para a síntese das moléculas de clorofila que também implicou diretamente no crescimento e desenvolvimento das plântulas. As alterações nos teores relativos de clorofila podem ocasionar reduções na fotoassimilação e consequentemente no crescimento e no desenvolvimento das plantas (GODOY et al., 2008).

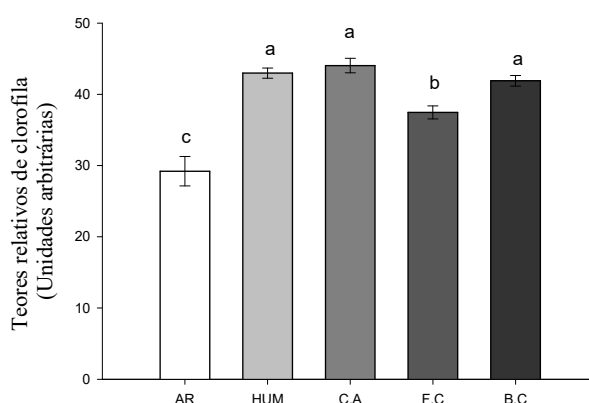


Figura 2. Teores relativos de clorofila de plântulas de mamona submetidas a diferentes substratos contendo resíduos agroindustriais aos 28 dias após a semeadura (DAS). Diferentes letras indicam diferenças significativas em relação ao tipo de substrato de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Na Figura 3 podem ser observadas as tendências das plântulas de mamona nas variáveis altura da parte aérea (Figura 3A), número de folhas (Figura 3B) e diâmetro do coleto (Figura 3C) no decorrer do tempo. De modo geral, os tratamentos contendo o

húmus e casca de amendoim foram os que promoveram os maiores incrementos nas variáveis analisadas. Para a altura da parte aérea (Figura 3A) os tratamentos húmus, fibra, cana e areia se ajustaram a modelos lineares, enquanto a casca de amendoim ao quadrático. Para o número de folhas (Figura 3B) e diâmetro do coleto (Figura 3C), todos os tratamentos se ajustaram a modelos lineares, excetuando-se o tratamento casca de amendoim, que mostrou curva de resposta quadrática para o diâmetro do coleto.

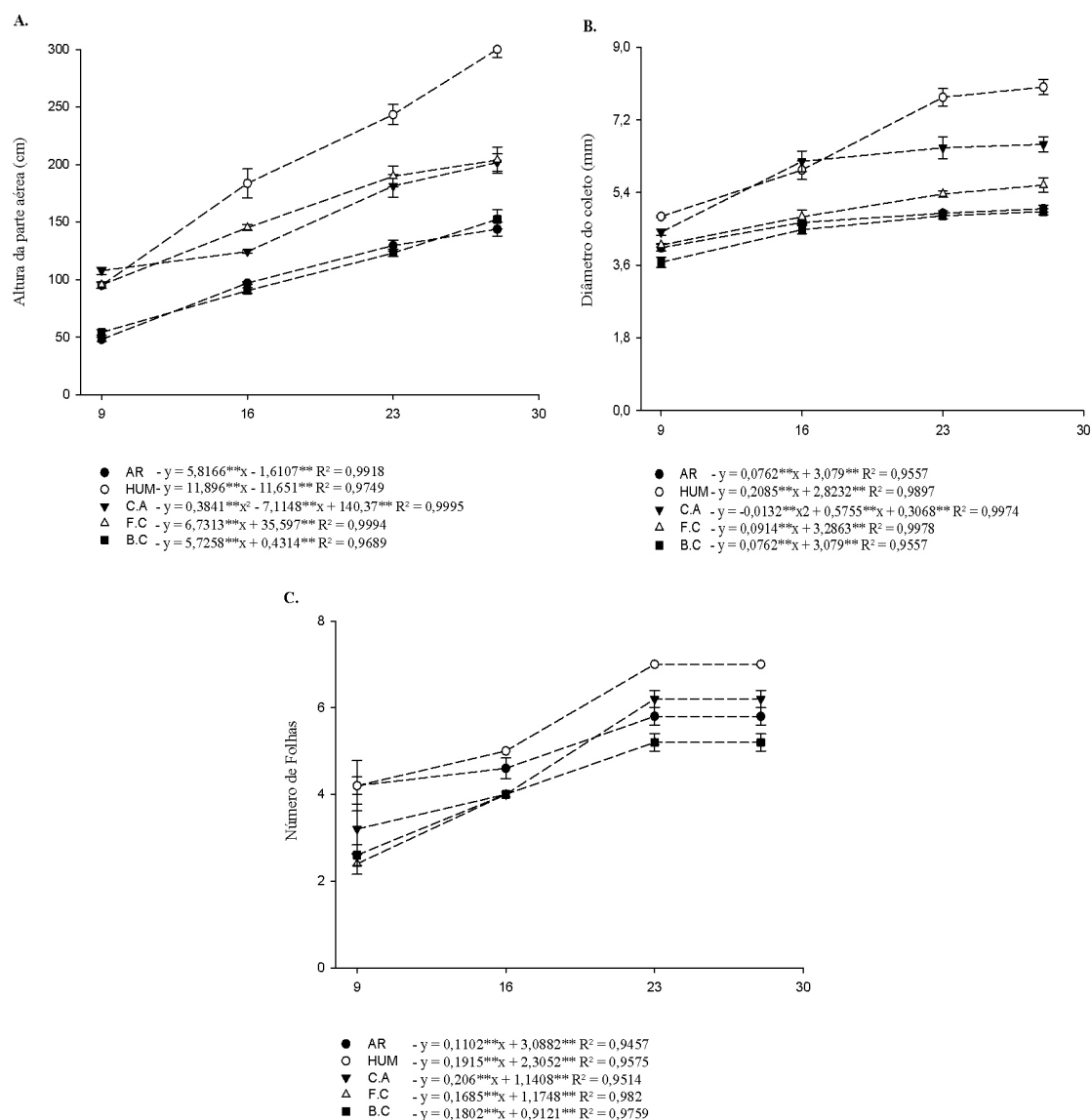


Figura 3. Altura da parte aérea (A), número de folhas (B) e Diâmetro do coleto (C) de plântulas de mamona cultivadas em diferentes resíduos agroindustriais. Os valores representam as médias de 5 repetições $\pm$ os erros padrão. *Significativo a 0,01 de probabilidade; ** Significativo a 0,05 de probabilidade; ns Não Significativo.

Aos 28 DAS, com relação à altura, os tratamentos húmus e amendoim apresentaram acréscimos de 108 e 40%, respectivamente em relação ao tratamento areia. Para o número

de folhas, este incremento foi de 20% para o húmus e 7% para o amendoim. Finalmente, para o diâmetro do coleto, os acréscimos foram de 60% para o húmus e 32% para o amendoim em referência ao substrato areia.

Os substratos que ocasionaram maiores crescimentos das plântulas foram o húmus e o casca de amendoim. O húmus é um substrato conhecido na literatura para o cultivo de plantas por disponibilizar os nutrientes necessários para o crescimento e o desenvolvimento. Esses dados corroboram com os encontrados por Lima e seus colaboradores (2006), os quais verificaram que a casca de amendoim e o húmus apresentam significativa quantidade de nutrientes, principalmente de nitrogênio. O nitrogênio é um dos principais macronutrientes associados ao crescimento das plantas, e baixas concentrações afetam de forma direta o número de folhas, área foliar, diâmetro do coleto e a altura (SILVA et al. 2010).

Os maiores valores para a área foliar (figura 4) foram encontrados no tratamento húmus, seguido do amendoim. O tratamento amendoim foi 196, 268 e 295% maior do que os tratamentos areia, fibra e cana, respectivamente. Segundo Monteiro et al. (2005), a área foliar é um indicador de grande importância, sendo utilizada para estimar a produtividade de um ecossistema vegetal, seu crescimento e desenvolvimento.

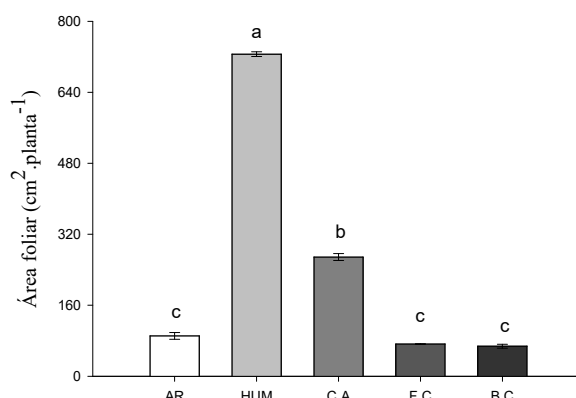


Figura 4. Área foliar de plântulas de mamona submetidas a diferentes substratos contendo resíduos agroindustriais aos 28 DAS. Diferentes letras indicam diferenças significativas ao tipo de substrato de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os valores representam as médias de 5 repetições $\pm$ os erros padrão.

Com relação às variáveis de matéria fresca da parte aérea, da raiz e total (Figura 5), os resultados foram mais elevados para os substratos que continham húmus e casca de amendoim. O tratamento contendo húmus apresentou um incremento para a variável matéria fresca da parte aérea, da raiz e total em relação ao tratamento areia de 665%, 373% e 572%, respectivamente. Já para o tratamento amendoim os valores foram 179%, 56% e 149%, respectivamente, em relação ao tratamento areia.

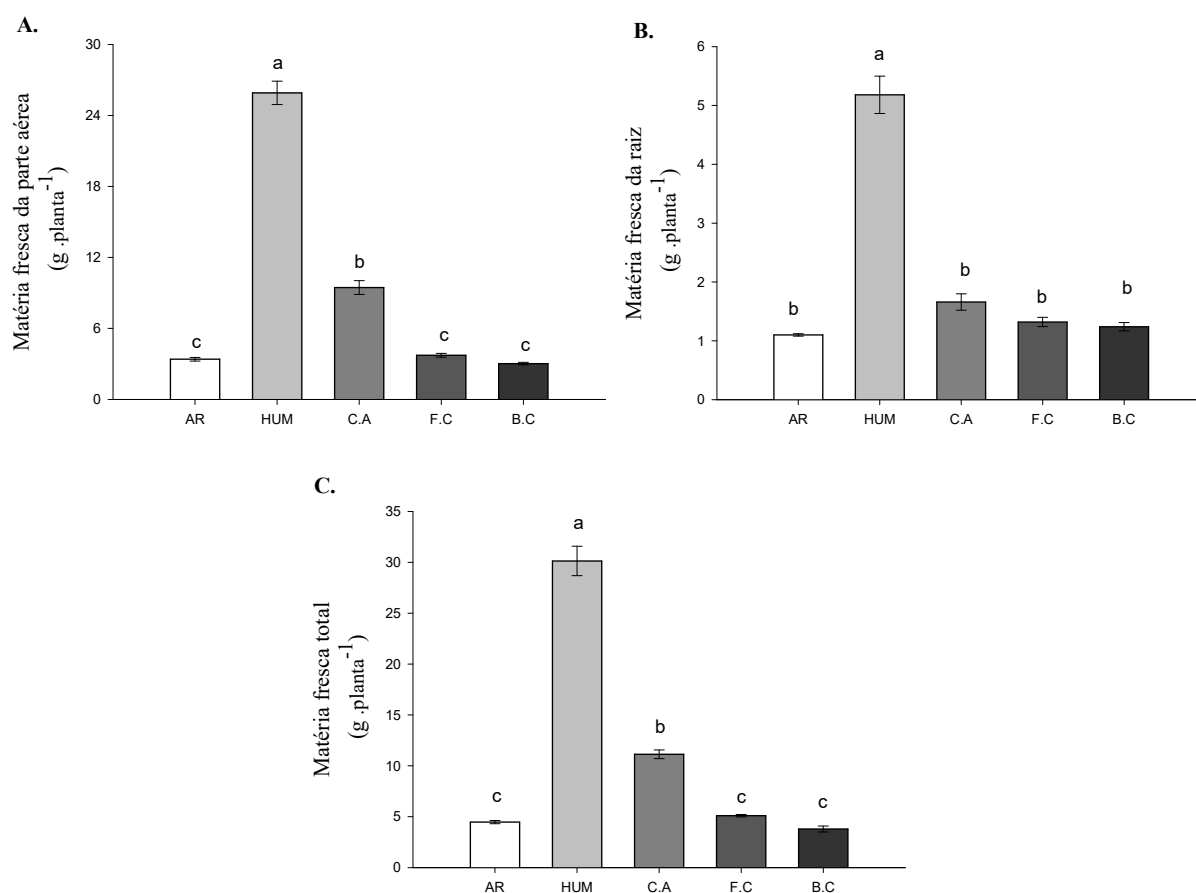


Figura 5. Matéria fresca da parte aérea (A), das raízes (B) e total (C) de plântulas de mamona submetidas a diferentes substratos contendo resíduos agroindustriais aos 28 dias após a semeadura. Diferentes letras indicam diferenças significativas ao tipo de substrato de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os valores representam as médias de 5 repetições $\pm$ os erros padrão.

Para a matéria seca da parte aérea, da raiz e total (Figura 6), o comportamento mostrou-se semelhante ao da matéria fresca, sendo também mais elevados nos tratamentos húmus e casca de amendoim. Para o tratamento contendo húmus, observou-se um incremento em relação ao areia de 522% para a parte aérea, 427% para as raízes e 444% para a matéria seca total. Com relação ao tratamento amendoim, os incrementos para foram de 89, 82 e 92%, respectivamente.

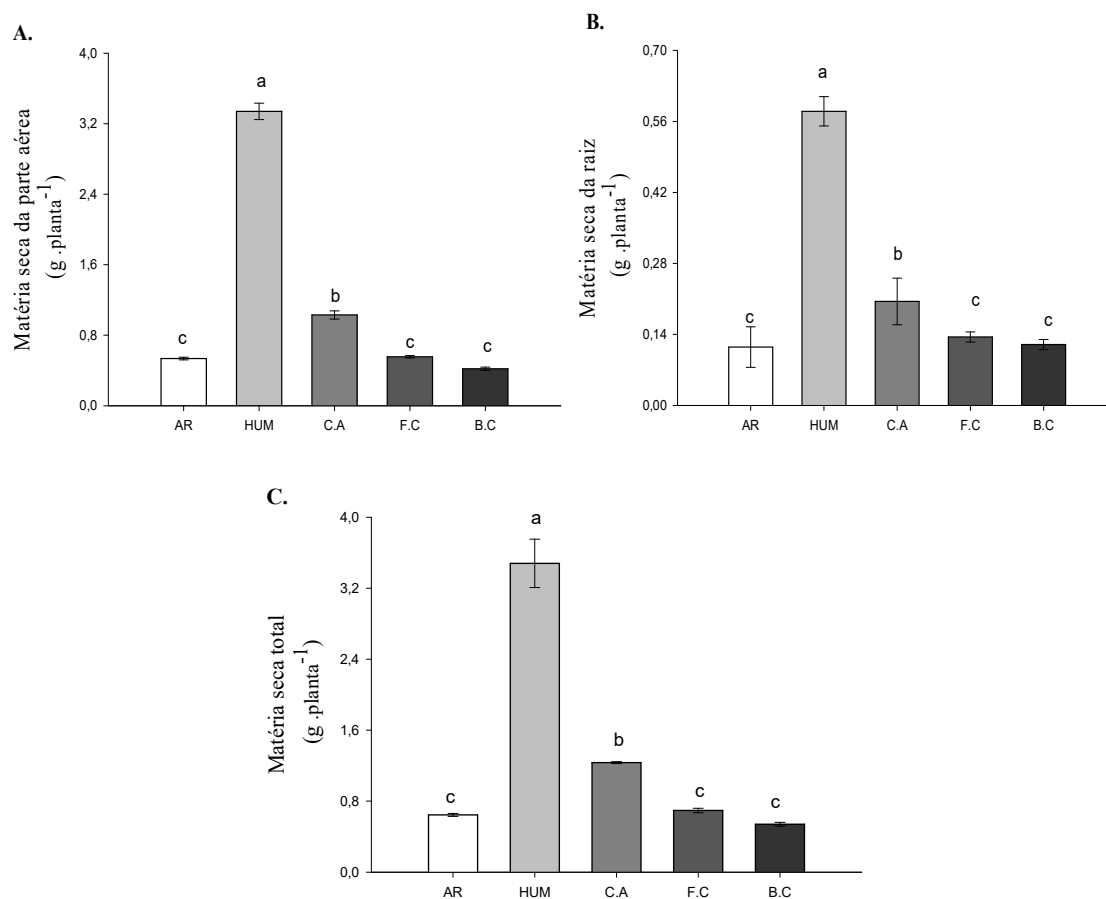


Figura 6. Matéria seca da parte aérea (A), das raízes (B) e total (C) de plântulas de mamona submetidas a diferentes substratos contendo resíduos agroindustriais aos 28 dias após a semeadura. Diferentes letras indicam diferenças significativas ao tipo de substrato de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os valores representam as médias de 5 repetições $\pm$ os erros padrão.

Os dados de matéria seca da parte aérea, da raiz e total, corroboraram os resultados obtidos por Lima e seus colaboradores (2006), onde os substratos contendo casca de amendoim apresentaram valores mais elevados do que os demais tratamentos, como a mucilagem de sisal e o bagaço de cana.

No presente trabalho, a fibra de coco não se mostrou um substrato adequado para o cultivo de plântulas de mamona. Os baixos valores de altura encontrados nas plântulas cultivadas em substrato contendo fibra de coco corroboram com os dados de Costa et al. (2007). Esses autores testaram o uso da fibra de coco e do resíduo de algodão para a composição de substratos para plântulas de tomateiro e observaram que fibra de coco inibiu o crescimento.

Acredita-se que a fibra de coco não proporcionou condições adequadas de aeração e suprimento de nutrientes para as plantas devido à lenta decomposição e liberação de nutrientes. Semelhantemente à fibra de coco, a utilização de bagaço de cana não se mostrou adequada para o cultivo de plântulas de mamona. De acordo com Gomes e Silva (2004), os substratos contendo bagaço de cana não são adequados para o crescimento da mamoneira, devido à elevada razão C/N, o que pode ter ocasionado deficiência nutricional de nitrogênio.

4. CONCLUSÃO

Os resíduos orgânicos agroindustriais torta de mamona e casca de arroz carbonizada impossibilitaram o processo de germinação em plântulas de mamona.

Nas condições experimentais empregadas, os maiores valores de altura, diâmetro, número de folhas, clorofila, área foliar e acúmulos de matéria fresca e seca foram observados no substrato contendo húmus.

Já a fibra de coco e o bagaço de cana de açúcar possibilitaram a germinação, porém mostraram-se bastante reduzidas em relação ao tratamento contendo húmus de minhoca comercial.

Dentre os resíduos orgânicos agroindustriais avaliados, a casca de amendoim mostrou-se o mais adequado para o cultivo de plântulas de mamona.

Diante disso, conclui-se que, devido ao reduzido custo e fornecer uma destinação adequada ao resíduo, o uso da casca de amendoim poderia ser uma alternativa orgânica para o cultivo de mamona, visto ser uma estratégia viável e ambientalmente vantajosa.

5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. D. P. (2010). Biodiesel o “óleo filosofal”: desafios para a educação ambiental no caldeirão do “desenvolvimento sustentável”.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. (2002). Emergência e crescimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) em diferentes substratos. *Revista Ceres*, 49(282), 97-108.
- CORWIN, D. L., & LESCH, S. M. (2005). Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and electronics in agriculture*, 46(1-3), 11-43.
- COSTA, C. A., RAMOS, S. J., SAMPAIO, R. A., GUILHERME, D. O., & ARNALDO, L. (2007). Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, 25(3), 387-391.
- DANNER, M. A., CITADIN, I., FERNANDES JUNIOR, A. D. A., ASSMANN, A. P., MAZARO, S. M., & SASSO, S. A. Z. (2007). Formação de mudas de jabuticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(1), 179-182.
- GODOY, L. J. G. D., SANTOS, T. D. S., VILLAS BÔAS, R. L., & LEITE JÚNIOR, J. B. (2008). Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32, 217-226.
- GOMES, J. M.; SILVA, A. R. OS SUBSTRATOS E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DE MUDAS. IN: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W. & SEDIYAMA, M. A. N. (2004) *Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos*. Viçosa: UFV, 190-225.

- HIGASHIKAWA, F. S. (2013) *Resíduos Orgânicos e Solos: formulação, índices de maturação de substratos e compostos orgânicos voláteis alvos*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.
- LIMA, R. D. L. S. D., SEVERINO, L. S., SILVA, M. I. D. L., VALE, L. S. D., & BELTRÃO, N. E. D. M. (2006). Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. *Ciência e Agrotecnologia*, 30, 480-486.
- LIRA, M. A., & BARRETO, F. P. (2009). Oleaginosas com fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel. *Natal: EMPARN*.
- MALHEIROS, S., & PAULA JÚNIOR, D. R. (1997). Utilização do processo de compostagem com resíduos agroindustriais. In *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO* (Vol. 26).
- MELO, A., BRITO, M., GOIS, M., BARRETO, M., VIEGAS, P., & HOLANDA, F. (2003). Efeito de substratos orgânicos organo-minerais na formação de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis*). *Revista Científica Rural*, 8(2), 116-121.
- MENDES, A. M. S. (2007). *Introdução à fertilidade do solo*. Recuperado em 05 junho, 2017 de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>
- MONTEIRO, J. E. B. A., SENTELHAS, P. C., CHIAVEGATO, E. J., GUSELINI, C., SANTIAGO, A. V., & PRELA, A. (2005). Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. *Bragantia*, 64(1), 15-24.
- SEVERINO, L. S., FERREIRA, G. B., MORAES, C. R. de A., GONDIM, T. M. S., FREIRE, W. S. A., CASTRO, D. A., CARDOSO, G. D. & BELTRÃO, N. E. M. (2006). Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(4), 563-568.
- SILVA, J. D. (2017) *Faixas de condutividade elétrica no desenvolvimento e características físico-químicas de pimentão pé-franco e enxertado*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, SP, Brasil.
- SILVA, P. C. C., DO COUTO, J. L., & DOS SANTOS, A. R. (2010). Efeito dos íons amônio e nitrato no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva. *Revista da FZVA*, 17(1), 104-114.
- SOARES, F. C., MELLO, R. P., PEITER, M. X., BELLE, R. A., DIAS ROBAINA, A., APARECIDA VIVAN, G., & PARIZI, A. R. C. (2012). Consumo de água pela cultura do lírio, cultivado em substratos alternativos em condições de ambiente protegido. *Ciência Rural*, 42(6), 1001-1006.
- TORRES, A. J., BREGAGNOLI, M., MONTEIRO, J. M. C., & CARVALHO, C. A. M. (2012). Emergência de plântulas de cafeeiro em substratos de borra de café. *Revista Agrogeoambiental*, 4(3).

EXPERIMENTO II
ARTIGO 2

(Artigo formatado de acordo com a revista Semina: ISSN 1679-0359)

**GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E TEORES DE SOLUTOS ORGÂNICOS EM
DOIS CULTIVARES DE MAMONEIRA EM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS E SOB
ESTRESSE HÍDRICO.**

**GERMINATION, GROWTH AND ORGANIC SOLUTES CONTENTS IN TWO
CASTOR BEAN CULTIVARS ON ALTERNATIVE SUBSTRATES AND UNDER
WATER STRESS**

RESUMO

As plantas do semiárido estão expostas diariamente a vários fatores estressantes. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação, crescimento e teores de solutos orgânicos em dois cultivares de mamoneira (BRS energia e BRS nordestina) cultivadas em substratos alternativos e sob estresse hídrico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no IFCE Campus Maracanaú. As sementes foram semeadas em vasos plásticos de 5 L, contendo a mistura de areia + resíduos orgânicos (casca de amendoim, húmus de minhoca, resíduo de carcinicultura, resíduo de lixo urbano e composto orgânico), mais o grupo controle (contendo somente areia). As plantas foram submetidas à rega diária, e, aos 23 dias após semeadura, metade de cada grupo foi submetida à suspensão de rega. De acordo com as variáveis germinativas, de forma geral, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. Já para crescimento das plântulas e para os teores relativos de clorofila, o tratamento contendo resíduo de lixo urbano se mostrou superior ao tratamento areia, tanto em condições controle, como de estresse hídrico. De acordo com os valores de matéria fresca e seca da parte aérea, raiz e total, o tratamento controle foi superior ao estresse, sendo o maior incremento disponibilizado pelo tratamento de lixo urbano em relação ao tratamento areia, para ambos os cultivares. Sobre os teores de solutos orgânicos (proteínas solúveis, carboidratos solúveis, N-aminossolúveis e prolina), os tratamentos contendo resíduos orgânicos se mostraram mais significativos sob condição de estresse, sendo o de lixo urbano o mais elevado para as folhas e raízes, em ambos os cultivares. De modo geral o cultivar BRS energia se mostrou superior ao cultivar BRS Nordestina em todas as variáveis analisadas. Adicionalmente, o uso desses resíduos orgânicos, principalmente o lixo urbano, promoveu respostas significativas, tornando-se assim uma alternativa viável para o uso de fertilizantes no cultivo de mamoneira na região semiárida, pois reduziu os efeitos deletérios do estresse hídrico.

PALAVRAS-CHAVE: *Ricinus communis*, substratos orgânicos, solutos orgânicos.

ABSTRACT

Semiarid plants are exposed daily to several stressors. Thus, the present work had the objective of evaluating the germination, growth and organic solutes contents in two castor bean cultivars (BRS energy and BRS northeastern) cultivated in alternative substrates and under water stress. The experiment was conducted in a greenhouse at the IFCE Campus Maracanaú. The seeds were sown in 5 L plastic pots containing the sand + organic mix (peanut shell, earthworm humus, shrimp residue, urban waste and organic compost), plus the control group (containing only sand) . The plants were submitted to daily irrigation and, at 23 days after sowing, half of each group was submitted to irrigation suspension. According to the germinative variables, in general, the treatments did not differ statistically among themselves. As for seedling growth and relative chlorophyll content, the treatment containing urban waste was superior to sand treatment, both in control conditions and in water stress. According to the values of fresh matter and shoots of the aerial, root and total shoots, the control treatment was superior to the stress, being the largest increment made available by urban waste treatment in relation to the sand treatment for both cultivars. On the organic solutes contents (soluble proteins, soluble carbohydrates, N-aminosoluble and proline), the treatments containing organic residues showed to be more significant under stress condition, being the one of urban rubbish the highest for the leaves and roots, in both the cultivars. In general, the cultivar BRS energia was superior to the cultivar BRS Nordeste in all variables analyzed. In addition, the use of these organic residues, especially urban waste, promoted significant responses, thus becoming a viable alternative for the use of fertilizers in the castor bean crop in the semi-arid region, as it reduced the deleterious effects of water stress.

KEYWORDS: *Ricinus communis*, organic substrates, organic solutes.

INTRODUÇÃO

As plantas estão frequentemente expostas a fatores abióticos adversos como extremos de temperatura, salinidade e a indisponibilidade hídrica. Esses fatores são os principais responsáveis por limitações no crescimento, no desenvolvimento e no rendimento das plantas (ROMER et al., 2012; KRASENSKY; JONAK, 2012). Os estresses decorrentes da deficiência hídrica e da salinidade do solo são os mais

estudados, em razão de seu forte impacto sobre o crescimento e a produtividade das plantas (FILIPPOU et al., 2014). Desse modo, estudos das respostas fisiológicas das plantas aos diferentes tipos de estresses vêm sendo realizados visando a formulação de estratégias de manejo e a seleção de genótipos mais tolerantes em diversas culturas (CHAVARRIA et al., 2015)

Dentre os vários recursos essenciais à produção vegetal, a água é o mais importante e o mais limitante à produtividade agrícola. Aproximadamente 35% da superfície terrestre são considerados áridos ou semiáridos, não recebendo precipitação para suprimento hídrico adequado para a maioria das espécies cultivadas (DÍAZ-LÓPEZ et al., 2012). De acordo com Alvarenga et al. (2011), o estresse hídrico ocorre devido à redução na disponibilidade de água no seu estado termodinamicamente apropriado para a planta.

A seca exerce influência negativa às plantas, induzindo um conjunto de respostas fisiológicas, bioquímicas e moleculares (SILVA, 2013). Esses efeitos são evidentes em qualquer estágio fenológico da planta, podendo variar de acordo com a severidade e duração do estresse (FAROOQ et al., 2009). Dentre as respostas, destacam-se: alterações nas propriedades das membranas, aumento da respiração, inibição da fotossíntese, menor produção de matéria seca e senescência prematura (UPADHYAY et al., 2011; PEREIRA et al., 2012; DUARTE et al., 2013).

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) se destaca devido à rusticidade e fácil aclimação às condições edafoclimáticas adversas encontradas no semiárido brasileiro. É tolerante à seca, provavelmente devido ao seu sistema radicular bem desenvolvido, tendo boa produtividade com precipitações anuais entre 375 e 500 mm anuais (MORAES et al., 2015), sendo o índice de precipitação no semiárido em torno de 800 mm anuais (TOLEIS; SANTOS, 2011).

O principal produto da mamoneira é o óleo de rícino, que é uma importante matéria-prima para a indústria química, com larga utilização na composição de inúmeros produtos, tais como tintas, vernizes, cosméticos, fluidos hidráulicos e plásticos (COSTA et al., 2010). Entretanto, o óleo de rícino extraído da semente começou a ser visto como meio produtivo para a obtenção de biodiesel, que é um combustível renovável (JORDAN et al., 2012). Contudo, a mamoneira é exigente nutricionalmente, devendo ser cultivada em solos com fertilidade média a alta. A cultura prefere solos

com pH entre 5 e 6,5, produzindo em solos de pH até 8,0. A mamoneira não é capaz de atingir produtividade satisfatória em solos de baixa fertilidade ou alta acidez (CARVALHO, 2005).

Em condições semiáridas, devido ao regime irregular de chuvas e à baixa fertilidade dos solos, as plantas podem enfrentar situações de estresse hídrico e nutricional (SELMAR; KLEINWÄCHTER, 2013). Uma das alternativas para a agricultura nessas regiões vem sendo o a utilização de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos animais e vegetais, para formulação de substratos. A aplicação desses compostos visa aumentar a qualidade do solo e a produção agrícola, além de causarem menores impactos edáficos, climáticos e econômicos (SILVA et al., 2013). Assim, o manejo adequado do solo e da irrigação, bem como o uso de plantas capazes de se aclimatarem às situações de estresse hídrico, são fundamentais para o desenvolvimento agrícola no semiárido (SHAO et al., 2008).

Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar a germinação, crescimento e teores de solutos orgânicos em dois cultivares de mamoneira crescendo em substratos alternativos e sob estresse hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na cidade de Maracanaú, CE, Brasil, no período de outubro a novembro de 2017. Os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar foram, respectivamente, 32,1 °C e 52%.

Foram utilizadas sementes de mamona (*Ricinus communis*) dos cultivares BRS energia e BRS nordestina, cedidas pela Embrapa Algodão – Campina Grande, PB. Após seleção e assepsia com solução de hipoclorito de sódio a 0,7%, as sementes foram semeadas em vasos de plástico de 5 L preenchidos com misturas de areia e resíduos orgânicos, baseando-se na recomendação de nitrogênio (N) para a cultura que é de 80 kg de N ha⁻¹ (SEVERINO et al., 2006). Os substratos utilizados foram: areia (controle), húmus de minhoca comercial (marca Terra fértil), casca de amendoim triturada, resíduos de carcinicultura, resíduos de lixo urbano e composto orgânico (material vegetal compostado e vermicompostado por 90 dias).

Tabela 1. Concentrações de Nitrogênio total dos resíduos orgânicos utilizados na preparação dos substratos para o cultivo da mamona.

Resíduos orgânicos	Nitrogênio total -----g/kg-----
Húmus de minhoca	9,6
Casca de amendoim	190,0
Resíduo de carcinicultura	14,2
Resíduo de lixo urbano	1,1
Composto orgânico	10,0

Fonte: Autor, 2018

Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2 (duas condições de irrigação) x 6 (tipos distintos de substrato), com cinco repetições, cada uma constituída de um vaso com duas plantas, independentemente para cada cultivar.

Inicialmente foram mensuradas as variáveis germinativas como: o percentual de emergência (%E), que se constituiu da percentagem de sementes germinadas, o índice de velocidade de emergência (IVE), calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação (MAGUIRE, 1962); Tempo médio de germinação (TMG), obtido através de contagens diárias das sementes germinadas até oito dias após a semeadura (DAS), sendo expresso em dias (LABORIAU, 1983).

Durante o experimento as plantas foram submetidas a regas diárias a 80% da capacidade de campo. Aos 23 DAS, metade de cada grupo de plântulas foi submetido à suspensão de rega. Decorridos 30 dias após a semeadura, tomaram-se as avaliações biométricas, como: altura da parte aérea e diâmetro do coleto, com o auxílio de um paquímetro digital, número de folhas, e os teores relativos de clorofila, utilizado um medidor portátil – Minolta SPAD – 502, Osaka, Japão.

Posteriormente, realizou-se a coleta do material, a fim de determinar os valores de matéria fresca e seca, bem como realizar as análises bioquímicas (teores de solutos orgânicos) em folhas e raízes. O material vegetal foi deixado em estufa com circulação forçada de ar, a 60 °C, para as determinações de matéria seca (MS).

Em posse da matéria seca, seguiram-se as etapas abaixo:

I. Preparação dos extratos para as análises bioquímicas

Colocou-se 0,2 g de matéria seca de folhas ou raízes em almofariz e pistilo juntamente com 4 mL de água destilada para a maceração. Logo após, o material foi

filtrado em tecido de nylon e depositado em microtubos de 2 mL. Em seguida, foram centrifugados a 12.000 x g durante 15 minutos em centrífuga refrigerada a 4 °C. Posteriormente o sobrenadante foi transferido para novos microtubos e utilizado como extrato nas análises bioquímicas, sendo o precipitado descartado.

II. Determinação de solutos orgânicos

Foram determinados os teores de solutos orgânicos (N-aminossolúveis, carboidratos solúveis, proteínas e prolina). Os teores de N-aminossolúveis foram determinados pelo método de Yemm e Cocking (1955), utilizando-se a ninidrina, seguido de leituras de absorbância em 570 nm e usando-se a leucina como padrão.

Os carboidratos solúveis foram determinados pelo método de Dubois et al. (1956), utilizando-se o reagente fenol-ácido sulfúrico, seguido de leituras de absorbância em 490 nm e usando-se como padrão a D-glicose.

As proteínas solúveis foram determinadas conforme o método de Bradford (1976), o qual utiliza a fixação do Coomassie Brilliant Blue G-250 às proteínas, seguido de leituras de absorbância em 595nm. Já os teores de prolina foram quantificadas pelo método de Bates et al. (1973), utilizando-se o reagente de ninhidrina ácida, seguido de leituras de absorbância em 520 nm e usando-se como padrão a prolina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De todos os substratos utilizados, apenas a casca de amendoim não promoveu germinação das sementes nos dois cultivares estudados. Acredita-se que o insucesso germinativo esteja relacionado à alta quantidade de casca depositada por vaso (baixa densidade do material), a fim de suprir a recomendação de nitrogênio para a mamoneira, e devido à lenta mineralização dos resíduos orgânicos, que foram utilizados em seu estado natural sem sofrer nenhum tipo de compostagem ou decomposição prévia (LIMA et al., 2005).

Inicialmente, até os 9 DAS, avaliaram-se as variáveis germinativas, como E%, IVE e o TMG. Quanto ao %E (Figura 1), nenhum dos tratamentos obteve diferença significativa para os 2 cultivares. Esse resultado é corroborado por Bezerra et al. (2017), que não observaram alterações significativas nos percentuais de emergência, com

relação ao tratamento que continha apenas areia, em sementes de girassol suplementadas com resíduos de carcinicultura.

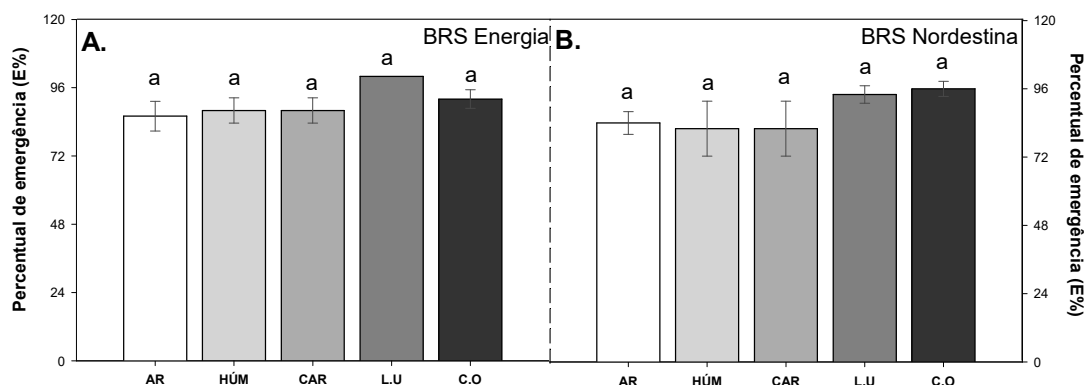


Figura 1. Percentual de emergência em plântulas de mamoneiras cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B), em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 9 dias após a semeadura. Diferentes letras indicam diferenças significativas em relação ao tipo de substrato, de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$) independentemente em cada cultivar. As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carcinicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

Com relação ao IVE (Figura 2), no cultivar BRS Energia, o substratos contendo composto orgânico (C.O.) foram 46% maiores que o tratamento contendo somente areia. Já o cultivar nordestina apresentou os valores de IVE menores que o da Energia, e não houve diferenças significativas entre os substratos. Conforme Souza et al. (2008), os substratos formulados a partir de substâncias orgânicas tendem a apresentar resultados de IVE superiores quando comparados com o substrato comercial. No entanto, este fato só ocorreu no cultivar Energia e para o tratamento C.O.

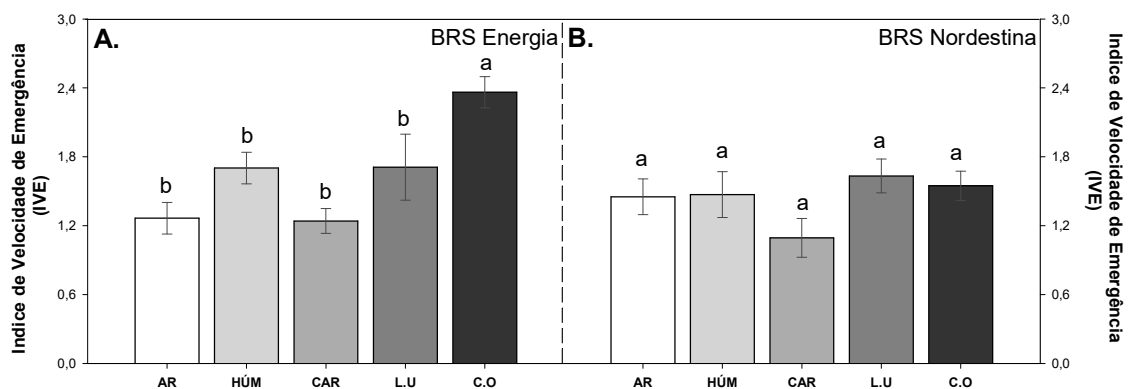


Figura 2. Índice de velocidade de emergência em plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e

BRS Nordestina (B), em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 9 dias após a semeadura. Diferentes letras indicam diferenças significativas em relação ao tipo de substrato de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$) independentemente em cada cultivar. As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carcinicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

O tempo médio de germinação (Figura 3) se relaciona aos dados de IVE, tendo em vista que um IVE implica no menor TMG. Assim, os maiores TMG's no cultivar BRS Energia foram observados nos tratamentos resíduos de carcinicultura (CARC) e areia (AR). No cultivar BRS Nordestina, não houve diferença estatística entre os tratamentos.

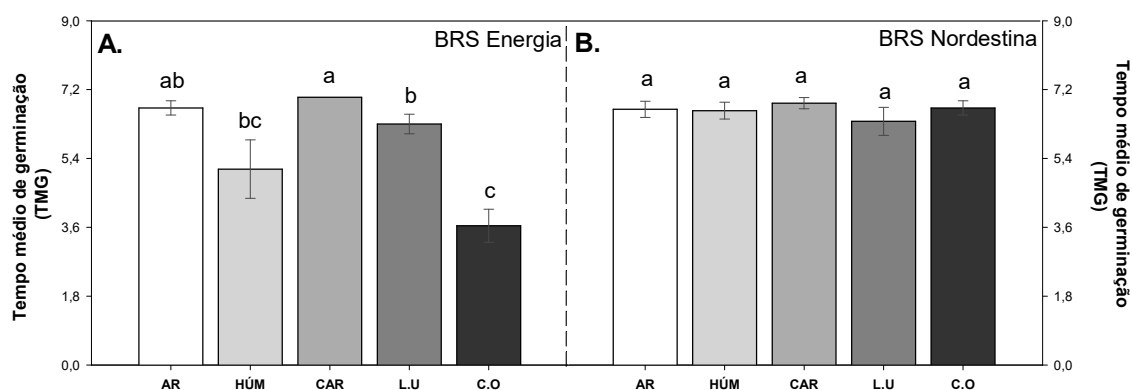


Figura 3. Tempo médio de germinação em plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B), em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 9 dias após a semeadura. Diferentes letras indicam diferenças significativas em relação ao tipo de substrato de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$) independentemente em cada cultivar. As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carcinicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

Na figura 4, observam-se as plântulas germinadas nos diversos substratos. Visualmente, as plantas mostraram-se maiores nos tratamentos HUM e L.U., tanto em condições controle como de estresse hídrico.

Tanto na altura da parte aérea, quanto no diâmetro do caule (Figura 5), observou-se que, em ambos os cultivares, as plântulas sob condições controle (com irrigação) mostraram-se maiores do que as sob condição estresse (sem irrigação). No cultivar BRS Energia, o tratamento contendo L.U. proporcionou um incremento de 164% em relação ao tratamento areia, sob condições controle, e 134% sob condições de estresse. Já no

cultivar BRS Nordestina, o L.U. ocasionou incrementos de 182 e 136% em relação ao AR, sob condições controle e de estresse hídrico, respectivamente.

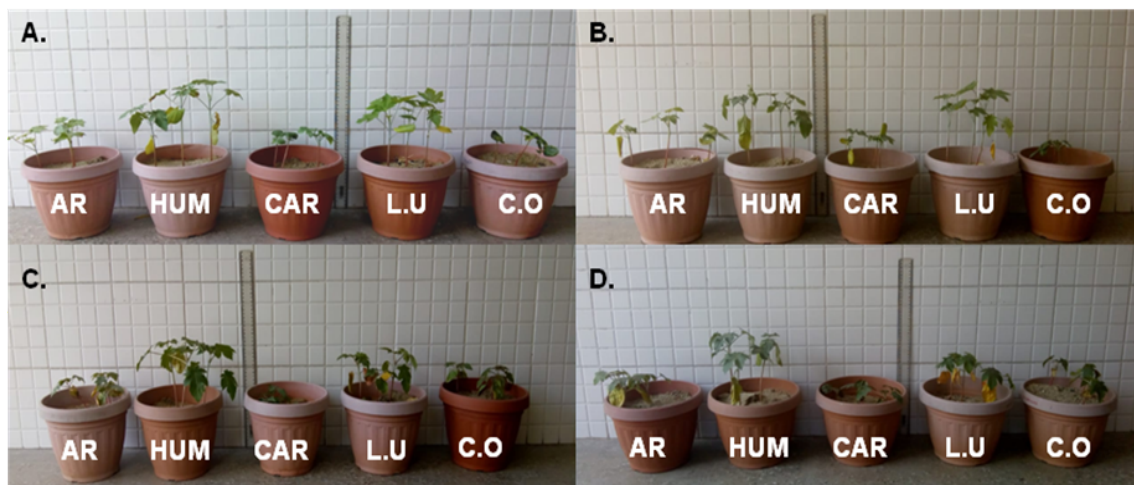


Figura 4. Plantas de mamona submetidas a diferentes substratos contendo resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura. A- cultivar BRS Energia sob condições controle, B- BRS Energia aos 7 dias de estresse hídrico. C- Cultivar BRS Nordestina sob condições controle, D- BRS Nordestina aos 7 dias de estresse hídrico. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carnicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

De acordo com Pinto (2006), plantas submetidas ao déficit hídrico têm altura e diâmetro do caule reduzido. A redução do nível de água no solo também provocou uma redução na altura da planta em dois cultivares de girassol, Charrua e Olisun 3 (SOBRINHO et al., 2011).

As plantas dos cultivares BRS Energia e Nordestina suplementadas com resíduos de carnicultura apresentaram menores índices de redução da altura da parte aérea quando submetidas à condição de estresse. A redução para o cultivar Energia foi de 6%, em relação a sua condição controle, enquanto para o cultivar Nordestina, não houve diferença entre a condição controle ou estresse.

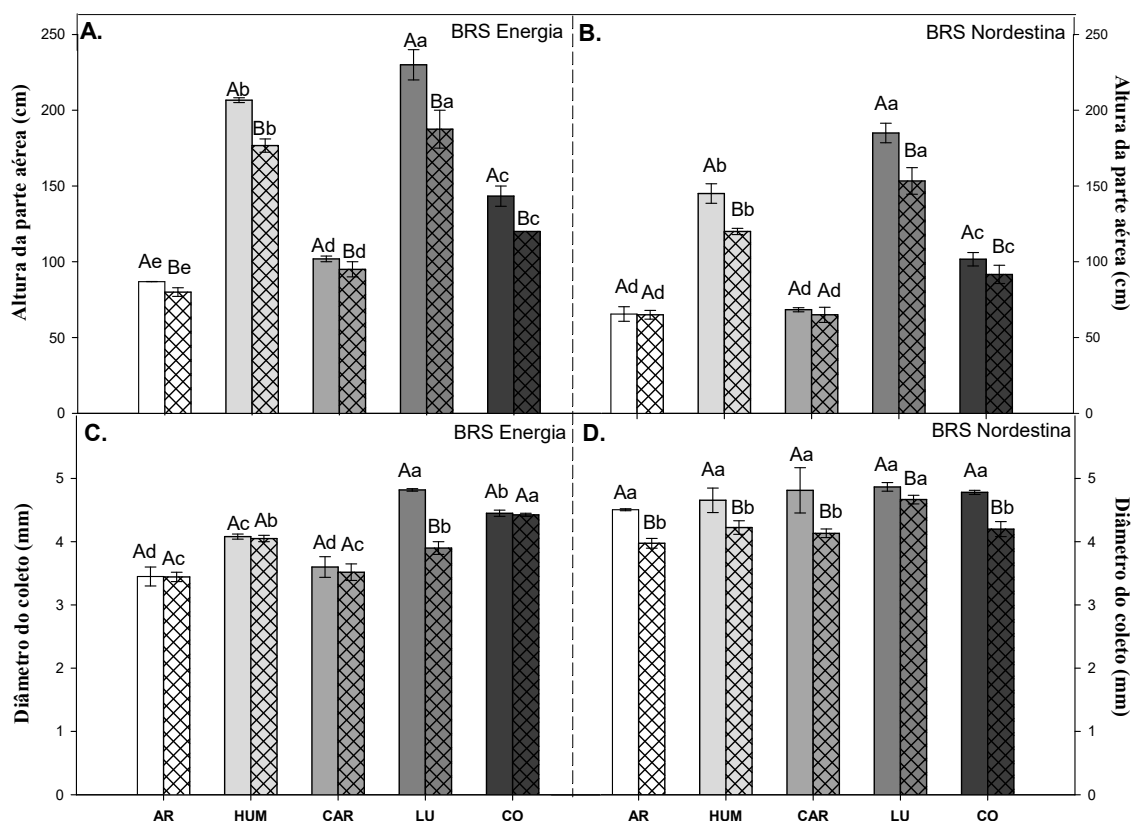


Figura 5. Altura da parte aérea em plântulas de mamoneira, cultivares BRS energia (A) e BRS nordestina (B), Diâmetro do coleto em plântulas de mamoneira, cultivares BRS energia (C) e BRS nordestina (D), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura, sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato, de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carcinicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

Com relação ao diâmetro do coleto, no cultivar BRS Energia, observou-se que o tratamento contendo L.U. proporcionou os maiores valores na condição controle; já na condição de estresse, o melhores resultados foram proporcionados pelo uso de C.O.

Já na BRS Nordestina, de modo geral, não se observou diferença estatística entre os substratos avaliados, sendo a diferença percebida somente sobre as condições de irrigação. Excetuando-se o tratamento L.U. sob condições de estresse, que se mostrou discretamente superior aos demais.

As plantas do cultivar BRS energia apresentaram os menores índices de redução

no diâmetro do coleto sob condições de estresse. No cultivar BRS Nordestina, a menor redução ocorreu no substrato contendo resíduo de lixo urbano, sendo um valor de 4%.

Silva et al. (2011) observaram que plântulas de pinhão-manso sob maior disponibilidade de água no solo apresentavam maior diâmetro caulinar. A redução do crescimento é um dos principais sintomas de déficit hídrico, estando a água diretamente ligada à expansão e alongação celular, fazendo com que a sua restrição ocasione uma paralisação nesses processos fisiológicos da planta, uma vez que as células só crescem quando estão túrgidas (PADILHA et al., 2016). Conforme Taiz e Zeiger (2004), a expansão ou alongamento celular é um processo que depende do turgor. Portanto, é extremamente sensível à disponibilidade de água no solo para as plantas.

Em geral, o número de folhas (Figura 6) não foi afetado sob condição de estresse para os dois cultivares. O que implica que o processo de divisão celular nas plântulas não parece ter sido afetado significativamente (PINTO, 2006).

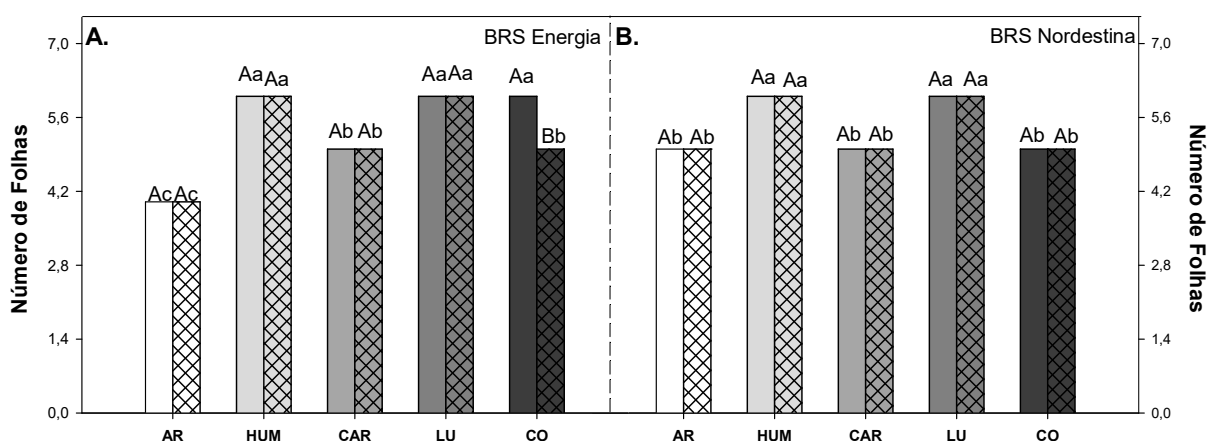


Figura 6. Número de folhas em plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura, crescendo sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato, de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carnicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

Contudo, os tratamentos contendo HÚM e L.U. foram os que apresentaram maior número de folhas, precedidos pelo tratamento C.O. em relação ao tratamento AR,

representando um incremento de 33%, para ambos os tratamentos supracitados pertencentes ao cultivar BRS Energia, e 17%, para os tratamentos HÚM e L.U. do cultivar BRS Nordestina.

De modo geral, observou-se que, sob condições de estresse, as plantas apresentaram maiores teores relativos de clorofila (Figura 7). Para o cultivar BRS energia, as plântulas que tiveram os maiores valores foram cultivadas sob o substrato contendo L.U., sendo um acréscimo de 27% sob condição controle, em relação ao tratamento areia. Para o cultivar BRS Nordestina, o tratamento contendo L.U. apresentou acréscimos de 25% sob condição controle e 10% sob estresse, em relação ao tratamento areia.

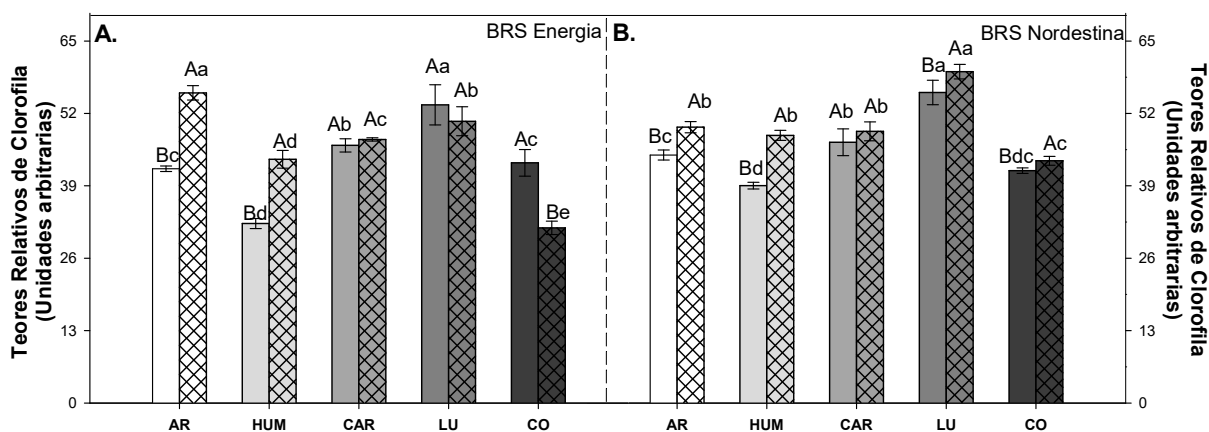


Figura 7. Teores relativos de clorofila em plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura crescendo sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato, de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carnicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

De acordo com os dados de matéria fresca da parte aérea (MFPA), da raiz (MFR) e total (MFT) (Figura 8), observou-se que, em ambos os cultivares, as plantas sob condições controle foram superiores às do estresse. A falta de água pode ocasionar redução da expansão celular, fechamento de estômatos, redução na fotossíntese, afetando severamente a produção de biomassa (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em relação à MFPA, para o cultivar BRS Energia (Figura 8A), os substratos que apresentaram os melhores incrementos foram o L.U, seguido pelo HÚM e o C.O., com valores 211, 121 e 108% superiores ao AR, sob condições controle, respectivamente. Já sob condições de estresse, houve 231% de aumento para o L.U. e 117% para o HÚM em relação ao AR. Contudo o substrato que teve menor diminuição na relação controle e estresse foi o contendo resíduo de carcinicultura, onde a diminuição foi de 8%.

Para o cultivar BRS Nordestina (Figura 8B), os tratamentos que apresentaram os maiores valores, foram L.U, HÚM e C.O., com valores 180, 121 e 70% superiores ao areia, respectivamente, sob condição controle; e 114, 49 e 26% respectivamente, sob condição estresse. Contudo o substrato que teve menor diminuição na relação controle e estresse aquele contendo C.O., em que a diminuição foi de 10%.

Baseando-se na MFR, os resultados foram similares aos da parte aérea, cujos incrementos dos tratamentos L.U, HÚM e C.O. para o cultivar BRS Energia (Figura 8C), foram de 250, 147 e 129%, respectivamente, sob condição controle; e 105, 192 e 144% sob condição estresse, comparando-os ao tratamento areia. Já para o cultivar BRS nordestina (Figura 8D), os acréscimos foram de 156, 174 e 88% para os tratamentos L.U, HÚM e C.O., respectivamente, sob condição cotrole; e sob condição estresse houve incrementos de 47 e 25% nos tratamentos húmus e composto orgânico, respectivamente.

Esses dados são corroborados por Dutra et al. (2012), em plântulas de girassol sob diferentes níveis de irrigação. Os autores observaram que o tratamento com menor quantidade de água afetou a produção de biomassa, tanto da parte aérea como nas raízes.

Com respeito aos dados de MFT, podemos observar um incremento notório para os tratamentos L.U, HÚM e C.O. em ambos os cultivares. Para o cultivar Energia (Figura 8E), seus respectivos valores foram 231, 123 e 113% superiores ao areia sob condição controle, e 105, 144 e 192% sob estresse. Já os valores da BRS Nordestina (Figura 8F), foram 171, 55 e 135% ,para o controle, e 74, 9 e 27%, para condição estresse.

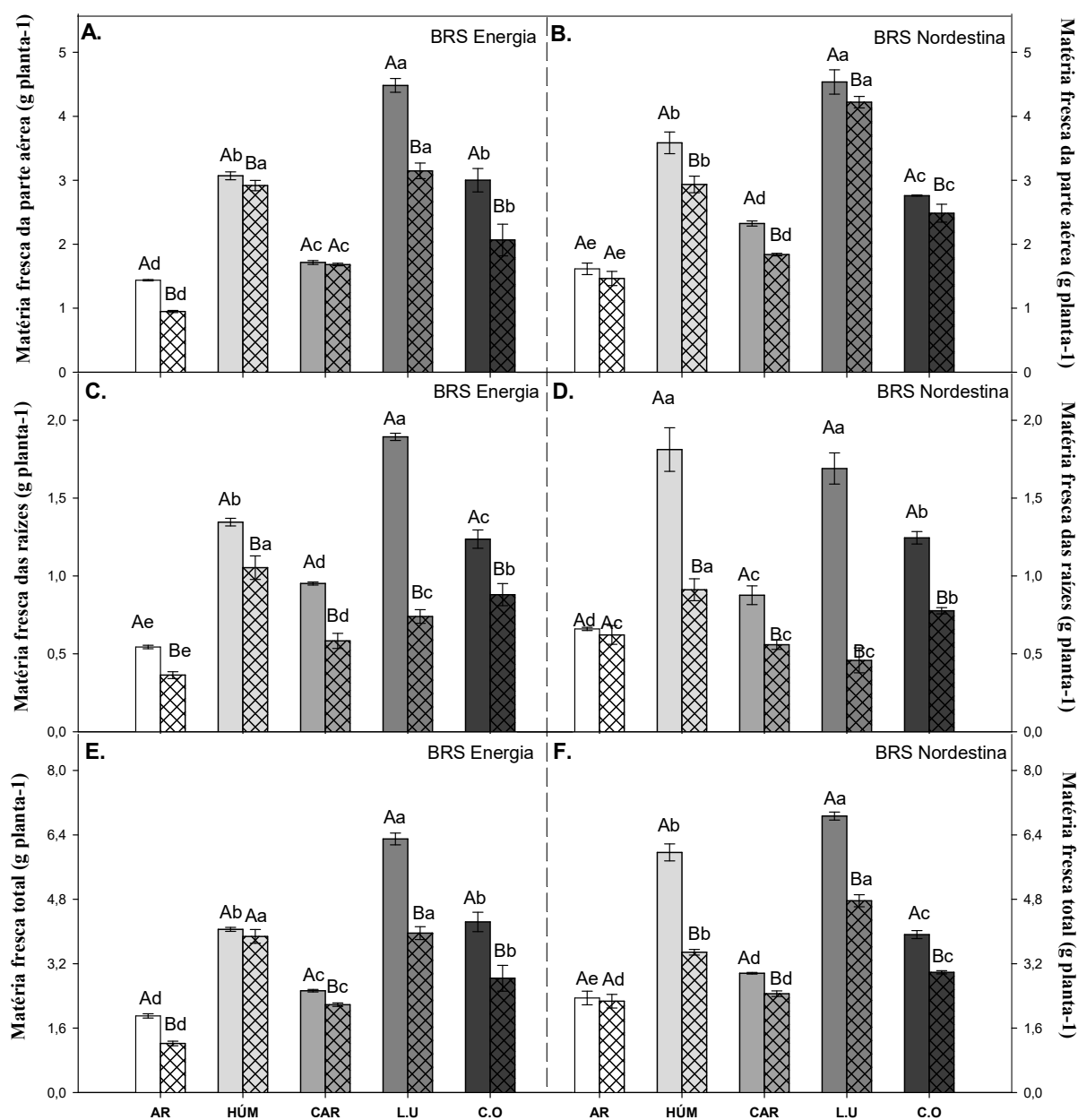


Figura 8. Matéria fresca da parte aérea de plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B); matéria fresca da raiz, cultivares BRS energia (C) e BRS nordestina (D); matéria fresca total, cultivares BRS Energia (E) e BRS Nordestina (F), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura crescendo sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato, de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carnicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

Os dados de matéria seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) (Figura 9) seguiram comportamento semelhante ao de matéria fresca (Figura 8), sendo dados das plântulas sob condições controle superiores aos do estresse.

Conforme os dados de MSPA houve diferença estatística entre os tratamentos e as condições de irrigação para ambos os cultivares. Para o cultivar BRS Energia (Figura 9A), o tratamento que se mostrou superior foi o HÚM, seguido por L.U. e C.O., apresentando percentuais de aumento de 137, 135 e 65%, respectivamente, em relação ao tratamento areia, sob condição controle; e 119, 124 e 24% sob condição estresse. Para o cultivar Nordestina (Figura 9B) observou-se os maiores resultados para os tratamentos contendo lixo urbano (233%), húmus (133%) e composto orgânico (80%) sob condição controle, e 226, 92 e 57%, respectivamente, e, sob condição estresse, em relação ao tratamento areia.

Mediante os dados de MSR, os melhores tratamentos foram HUM, L.U e C.O, com incrementos de 84, 100 e 84%, respectivamente, sob situação controle e 83, 100 e 66%, sob estresse, para o cultivar Energia (Figura 9C). Para o cultivar BRS Nordestina (Figura 9D), 140, 100 e 30% (controle) e 33, 55 e 22% (estresse), em relação ao tratamento areia.

Conforme a MST, os maiores incrementos foram observados no tratamento L.U, HUM e C.O, 103, 86 e 64%, sob condição controle, e 96, 83 e 53, sob estresse para o cultivar BRS Energia (Figura 9E). Para o cultivar BRS Nordestina (Figura 9F), 228, 150 e 74% (controle), 152, 97 e 50 % (estresse), em relação ao tratamento areia.

Estes dados corroboram os encontrados por Padilha e seus colaboradores (2016), estudando plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Os autores observou baixos valores de massas secas nos tratamentos com menor disponibilidade de água no solo.

Para Koutroubas et al. (2000), a acumulação de matéria seca da mamoneira em trabalhos conduzidos na Grécia, aumenta de forma linear crescente de acordo com as lâminas de irrigação, ou seja, de acordo com a quantidade de água disponível para absorção da planta. O primeiro efeito biológico significativo do estresse hídrico é a redução de turgor que ocasiona paralisação do crescimento das plantas, fato expresso na redução da massa seca de folhas, caules e raízes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

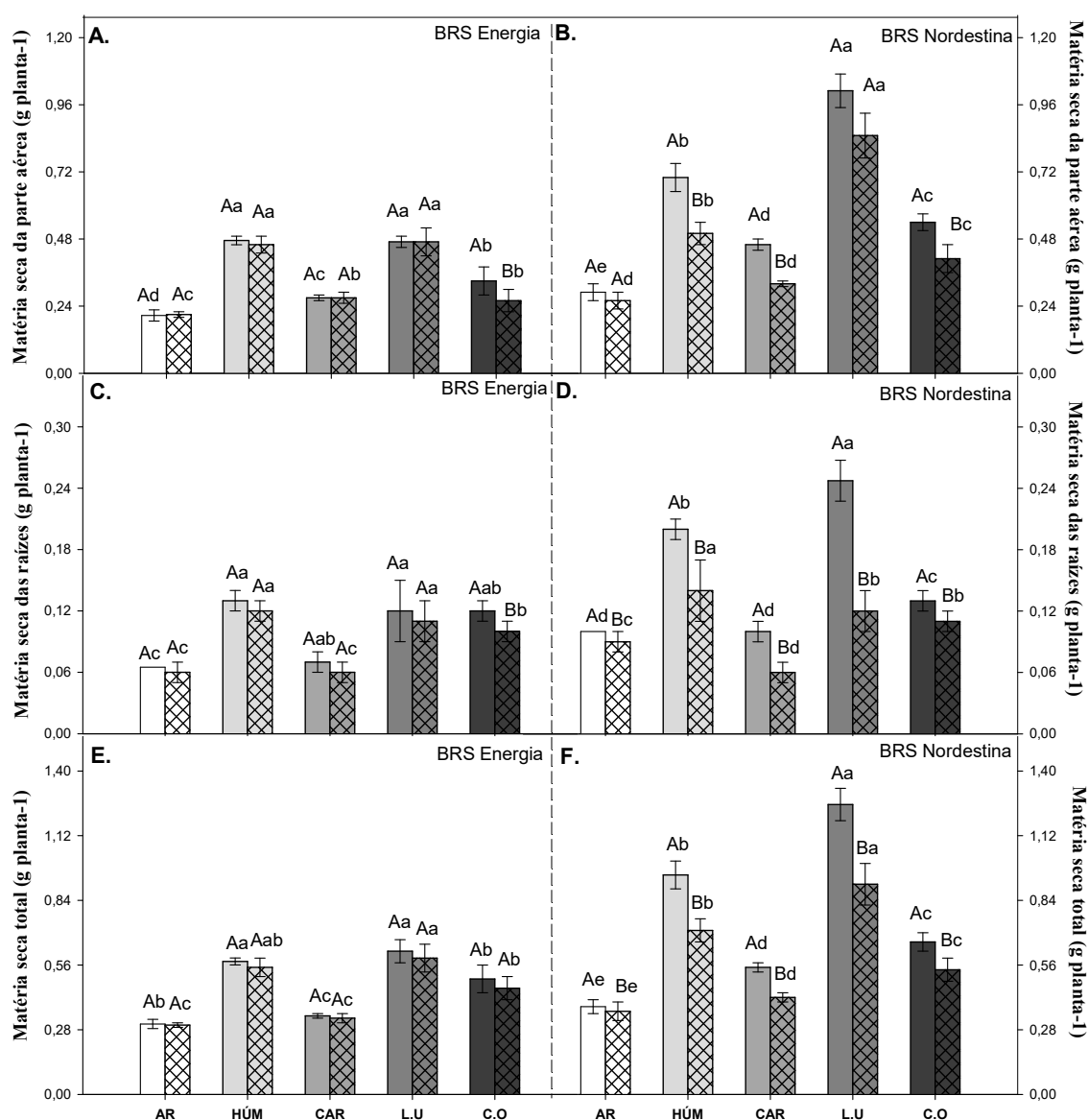


Figura 9. Matéria seca da parte aérea de plântulas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B); matéria seca da raiz, cultivares BRS Energia (C) e BRS Nordestina (D); matéria seca total, cultivares BRS Energia (E) e BRS Nordestina (F), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após a semeadura, crescendo sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato, de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carcinicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

Diante das condições presentes no semiárido, que se caracteriza por pluviosidade irregular e solo com baixas quantidades de nitrogênio e matéria orgânica (BEZERRA et

al., 2017), o uso de resíduos orgânicos, como o lixo urbano, tende a ser uma alternativa para o cultivo com aumento da produtividade agrícola. Contudo, sob condições de deficiência hídrica algumas plantas podem alterar seu metabolismo acumulando solutos orgânicos, como ácidos orgânicos, açúcares solúveis, aminoácidos e prolina (GRACIANO, 2009).

Dessa forma, quanto às proteínas solúveis (Figura 10), observaram-se diferenças significativas entre os substratos e as condições de irrigação, sendo a condição estresse maior do que a condição controle. Para os teores de proteínas solúveis nas folhas para o cultivar Energia (Figura 10A), sob condição controle, houve incrementos de 91, 70, 13 e 32%, para os tratamentos HÚM, CARC, L.U e C.O., respectivamente, em relação ao tratamento areia, porém, sob condição estresse, o tratamento areia foi superior aos demais tratamentos.

Para o cultivar Nordestina (Figura 10B), sob condição controle o tratamento contendo composto orgânico apresentou um acréscimo de 6%, em relação ao tratamento areia. Já sob condições de estresse, o tratamento areia foi superior aos demais tratamentos.

Sugere-se que a elevação dos teores de proteínas sob condição de estresse hídrico se deveu à participação das mesmas nos processos de proteção contra a desidratação, visto que algumas plantas acumulam proteínas no seu apoplasto após a exposição aos agentes estressores, como a seca e a salinidade. Esse fator também está atrelado ao ajustamento osmótico das plantas, que se efetiva mediante sequestro de íons, proteção das membranas e retenção de água. Assim a planta mantém os níveis de água nas folhas, bem como o equilíbrio osmótico das células (SUBBARAO, 2000; LOBATO et al., 2008).

Os resultados encontrados corroboram Bezerra et al. (2017), em que a aplicação de resíduos de carnicultura ao substrato ocasionou incrementos nos teores de proteínas solúveis em condições de estresse hídrico, pela provável redução da proteólise.

Já para as raízes, de modo geral, para ambos os cultivares, os teores de proteínas solúveis foram reduzidos quando submetidos ao estresse hídrico, exceto no tratamento contendo lixo urbano no cultivar BRS Energia (Figura 10C), que obteve um incremento de 14% em relação ao tratamento areia sob condição estresse.

Graciano (2009) verificou para plantas de amendoim que a concentração dos

solutos orgânicos das folhas e nas raízes sofreu influência da suspensão de água, aumentando em 150% os teores de proteínas solúveis.

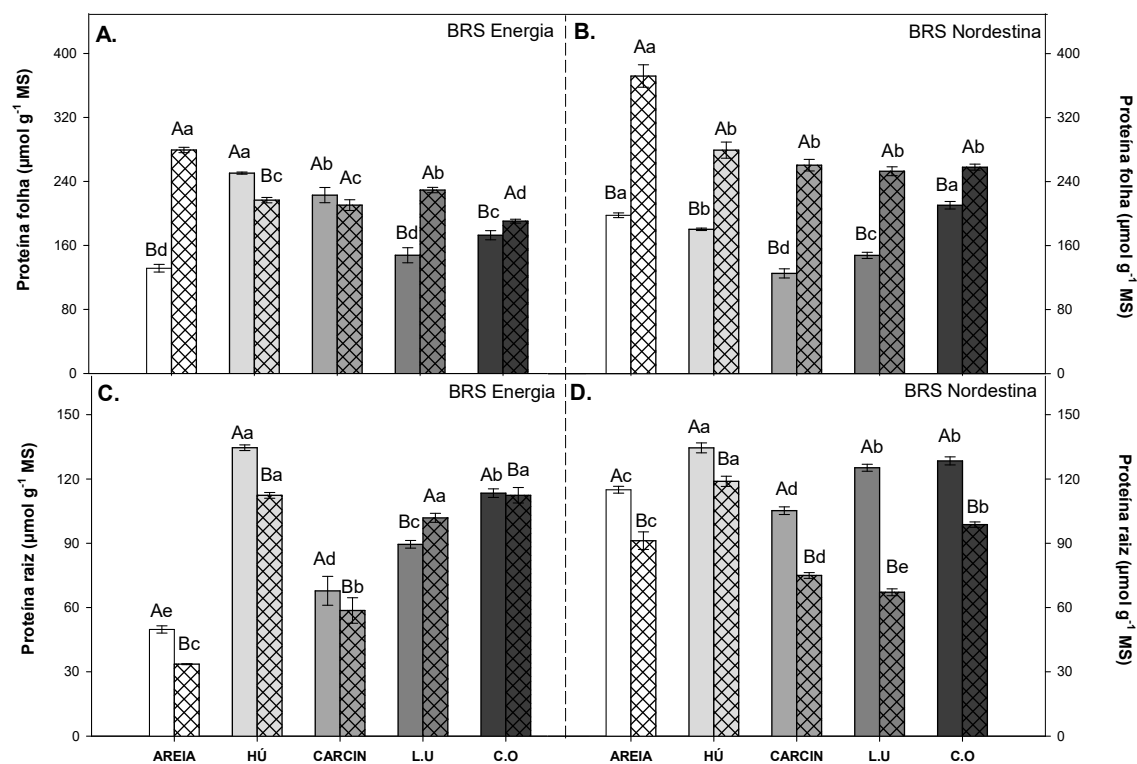


Figura 10. Teores de proteínas solúveis nas folhas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e, BRS Nordestina (B); teores de proteínas solúveis na raiz, cultivares BRS Energia (C) e BRS Nordestina (D), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após semeadura, sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato, de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carcinicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico

Quanto aos teores de carboidratos solúveis (Figura 11) observaram-se diferenças significativas entre os substratos empregados e as condições de irrigação nas plantas. Para o cultivar BRS Energia (Figura 11A), os teores de carboidratos nas folhas foram maiores sob condição controle, exceto nos tratamentos contendo areia, com acréscimo de 122% sob condição estresse, em relação ao controle. Contudo, os tratamentos para este cultivar que apresentaram os maiores valores foram composto orgânico (174%), lixo urbano (169%) e húmus (145%) em relação ao tratamento areia sob condição

controle. Para o cultivar BRS Nordestina (Figura 11B), de modo geral, todos os substratos analisados sob condição estresse foram superiores ao controle.

Os carboidratos são a principal fonte de energia das mudanças metabólicas que ocorrem durante o estresse ambiental (SIVACI, 2006). O déficit hídrico pode afetar as concentrações de carboidratos, por alterar, basicamente, a eficiência com que os fotoassimilados são convertidos para o desenvolvimento de partes novas na planta (MOURA et al., 2016).

No presente trabalho, os dados corroboram aqueles encontrados por Nunes Júnior et al. (2016), em que os teores de carboidratos solúveis apresentaram-se mais elevados nos tratamentos areia e adubo em detrimento ao uso de um resíduo orgânico. Já Maia et al. (2007), verificaram elevação dos teores de carboidratos solúveis em folhas de milho expostas a déficit hídrico de cinco dias. O acúmulo de carboidratos solúveis pode contribuir para o aumento da tolerância das plantas ao estresse hídrico, tendo em vista que este comportamento pode refletir na aclimação (FIOREZE et al., 2011).

Para as raízes, no cultivar BRS Energia (Figura 11C), o tratamento areia foi aquele que apresentou o maior teor de carboidratos sob condição de estresse, seguido pelo resíduo de carcinicultura, em que os incrementos foram de 188% e 15%, respectivamente, em relação ao controle. No entanto, para o cultivar Nordestina (Figura 11D), o maior valor foi encontrado no substrato CAR, seguido pelo tratamento areia, onde os incrementos foram de 94% e 15%, respectivamente, em relação à condição controle.

Para Bezerra et al. (2017) as maiores concentrações de carboidratos ocorreram nos tratamentos suplementados com resíduos de carcinicultura. Beltrão et al. (2003) observaram reduções dos teores de carboidratos solúveis e amido nas raízes de mamoneiras expostas ao estresse hídrico.

A. BRS Energia

Genotype	White Bar (µmol g ⁻¹ MS)	Patterned Bar (µmol g ⁻¹ MS)
AR	~100 (Bd)	~240 (Aa)
HUM	~260 (Ab)	~100 (Bd)
CAR	~180 (Ab)	~190 (Ac)
LU	~280 (Aa)	~100 (Bd)
C.O	~280 (Aa)	~190 (Bb)

B. BRS Nordestina

Genotype	White Bar (µmol g ⁻¹ MS)	Patterned Bar (µmol g ⁻¹ MS)
AR	~140 (Be)	~280 (Aa)
HUM	~150 (Bc)	~220 (Ab)
CAR	~270 (Ba)	~280 (Aa)
LU	~210 (Ac)	~220 (Ab)
C.O	~240 (Bb)	~280 (Aa)

C. BRS Energia

Genotype	White Bar (µmol g ⁻¹ MS)	Patterned Bar (µmol g ⁻¹ MS)
AR	~90 (Bc)	~240 (Aa)
HUM	~130 (Bb)	~150 (Ad)
CAR	~180 (Ba)	~210 (Ab)
LU	~130 (Ab)	~130 (Ae)
C.O	~180 (Aa)	~180 (Ac)

D. BRS Nordestina

Genotype	White Bar (µmol g ⁻¹ MS)	Patterned Bar (µmol g ⁻¹ MS)
AR	~160 (Ba)	~180 (Ab)
HUM	~130 (Ab)	~140 (Ac)
CAR	~130 (Bb)	~260 (Aa)
LU	~110 (Bc)	~140 (Ac)
C.O	~160 (Aa)	~140 (Bc)

De modo geral, notou-se que a condição estresse hídrico aumentou a produção de N-aminossolúveis tanto nas folhas, quanto nas raízes para ambos os cultivares (Figura 12). Para o cultivar BRS Energia (Figura 12A), os tratamentos contendo areia apresentaram os maiores valores. Sob condições de estresse, os tratamentos HUM, L.U e C.O apresentaram reduções de 27%, 13% e 36%, respectivamente, em relação ao tratamento areia estresse.

Já para o cultivar BRS Nordestina, sob condição estresse, os tratamentos carcinicultura, lixo urbano e composto orgânico foram superiores ao tratamento areia, sendo seus respectivos percentuais de 14, 13 e 4% (Figura 12B).

Para as raízes do cultivar Energia (Figura 12 C), o substrato contendo resíduo de carcinicultura apresentou um acréscimo de 33% em relação ao tratamento areia sob condição de estresse. Já os demais tratamentos apresentaram reduções de 70% para o HUM e 40% para o C.O, em relação ao tratamento areia (estresse).

Para o cultivar BRS Nordestina (Figura 12 D), o resíduo de lixo urbano apresentou um incremento de 27% em relação ao tratamento areia, sob condição estresse, e os demais tratamentos apresentaram reduções de 44% (húmus), 43% (composto orgânico) e 15% (carcinicultura).

A adição de resíduos de carcinicultura em plantas de girassol ocasionou aumento na produção de N-aminossolúveis nas folhas (BEZERRA et al., 2017). Graciano (2009), avaliando dois cultivares de amendoim submetidos a déficit hídrico, observou que tanto nas folhas como nas raízes houve elevação do teores de aminoácidos livres, sendo 217% para folhas e 113% para raízes. Lechinoski et al. (2007) observou elevados teores de aminoácidos solúveis em folhas de *Tectona grandis* sob condições de estresse, condição que ele atribuiu ao aumento nas enzimas proteases, que quebram as proteínas à medida em que se prolongou o estresse.

Os teores de N-aminossolúveis são indicadores de aclimação para a planta, pois ele é utilizado para diminuir os efeitos da seca, podendo aumentar a capacidade de retenção de água (RAMOS et al., 2005).

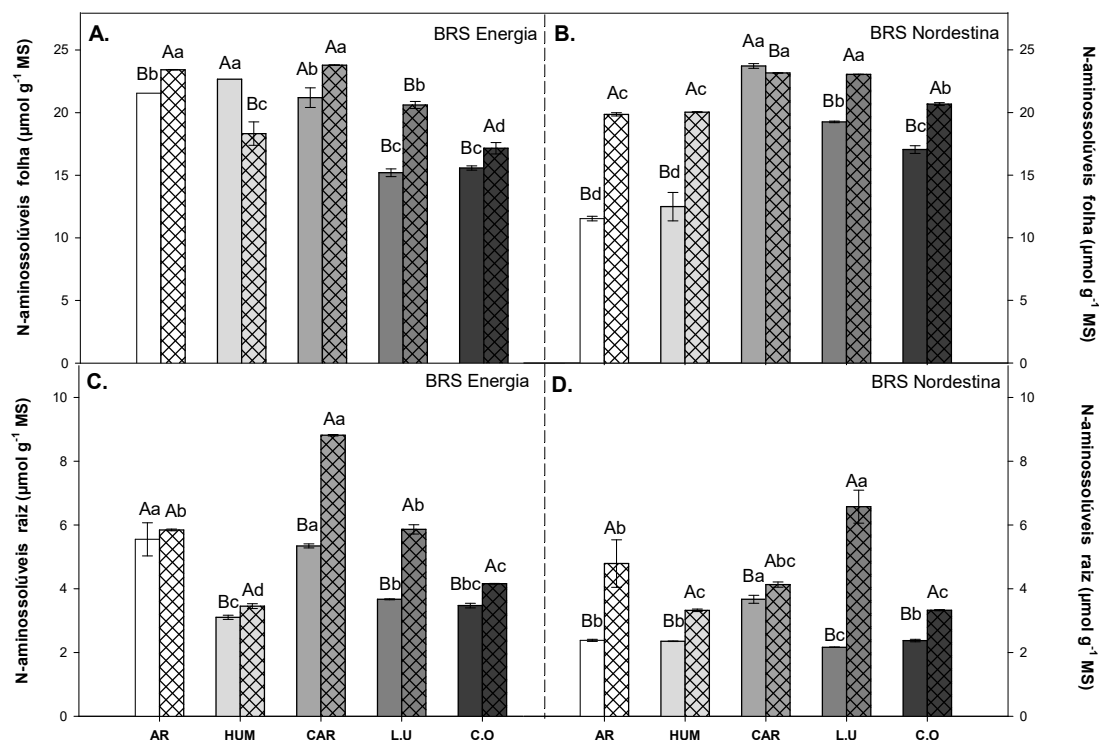


Figura 12. Teores de N-aminossolúveis nas folhas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B), teores de N-aminossolúveis na raiz, cultivares BRS Energia (C) e BRS Nordestina (D), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após semeadura, sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato, de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HÚM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carcinicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

Com relação à concentração de prolina livre (Figura 13), verificou-se aumento em todas as plantas sob a condição de estresse, para ambos os cultivares. Para os teores de prolina nas folhas, no cultivar energia (Figura 13A), houve diferenças significativas entre os substratos e as condições de irrigação. O tratamento areia proporcionou os maiores valores sob condição estresse. Os demais substratos sob estresse, reduziram do em relação ao tratamento areia, com percentuais 57, 51, 39 e 6%, respectivamente, para o HUM, CAR, C.O e L.U.

Para o cultivar BRS Nordestina (Figura 13B), sob condição estresse, as reduções foram de 35, 32, 19 e 8%, para os substratos C.O, HUM, CAR, L.U, respectivamente, em relação ao tratamento AR.

Testando cinco genótipos de amendoim sob déficit hídrico, Pereira et al. (2012) identificaram aumento na concentração de prolina livre, sendo o acúmulo maior observado na cultivar tolerante. Maia et al. (2007) verificaram incremento nos teores de prolina em folhas de mogno sob déficit hídrico.

Devido à sua propriedade osmoprotetora, a prolina desempenha importante papel na tolerância das plantas ao estresse. Em situações de baixa disponibilidade de água, o acúmulo desse aminoácido resulta em aumento na osmolaridade da célula, acarretando influxo de água, promovendo a manutenção do turgor necessário para a expansão celular (MORANDO et al., 2014).

Com relação aos teores de prolina na raiz, no cultivar BRS Energia (figura 13 C), sob condição estresse, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Já no cultivar BRS Nordestina sob condição estresse (Figura 13 D), os tratamentos contendo composto orgânico, carminicultura e húmus apresentaram reduções de 36, 35 e 20%, respectivamente, em relação ao tratamento areia.

Os dados deste trabalho corroboram os encontrados por Nunes Junior et al. (2016), que observaram elevados conteúdos de prolina em raízes e folhas das plântulas de girassol suplementas com percolado de aterro sanitário. Em plantas de mogno sob déficit hídrico ocorreu um aumento de 83,68% nos teores de prolina, durante doze dias de estresse (MENDES et al., 2007). Babita et al. (2010) em seus estudos com híbridos de *Ricinus communis* também observou elevados teores de prolina nas folhas sob condição de estresse.

A perda da turgescência celular parece ser o primeiro acontecimento que desencadeia uma sequência de eventos complexos, que resultam no acúmulo de prolina sob deficiência hídrica, para diminuir o potencial osmótico no tecido (OLIVEIRA et al., 2006).

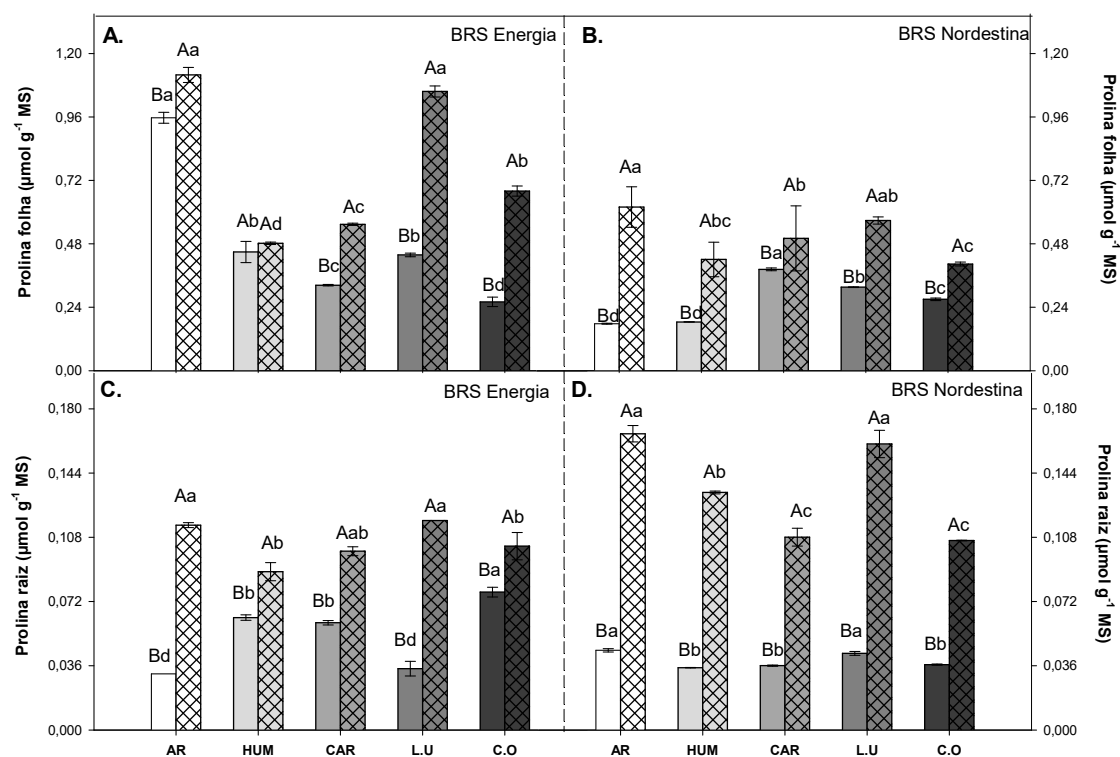


Figura 13. Teores de prolina nas folhas de mamoneira, cultivares BRS Energia (A) e BRS Nordestina (B); teores de prolina na raiz, cultivares BRS Energia (C) e BRS Nordestina (D), crescendo em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos aos 30 dias após semeadura, sob condição controle (barras lisas) ou de estresse hídrico (barras hachuradas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato, de acordo com o teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As barras representam os valores das médias de cinco repetições $\pm$ o erro padrão. AR = areia; HUM = húmus de minhoca; CAR = resíduo de carnicultura; L.U = resíduo de lixo urbano; C.O. = composto orgânico.

Uma das estratégias das plantas para diminuir os efeitos da seca é a acumulação de solutos pela célula (SILVA et al., 2014). De forma geral, uso de substratos orgânicos atrelados à condição de estresse reduziram significativamente os efeitos deletérios do estresse hídrico ocasionando incrementos nos teores de solutos orgânicos e no crescimento das plantas.

CONCLUSÃO

Nas condições experimentais empregadas, não foram observadas diferenças significativas em ambos os cultivares, para as variáveis germinativas avaliadas. Contudo

para os parâmetros de crescimento, de modo geral o tratamento contendo lixo urbano se mostrou superior aos demais, em ambos os cultivares, e nas duas condições de irrigação empregadas.

O tratamento contendo lixo urbano, também se mostrou superior nos dados de MFPA, MFR, MST, MSPA, MSR e MST, para ambos os cultivares.

Com relação aos teores de solutos orgânicos observou-se que de modo geral foram acrescidos teores de proteínas solúveis, carboidratos solúveis, N-aminossolúveis e prolina sob condição de estresse, para ambos os cultivares.

O uso de resíduos orgânicos, principalmente o lixo urbano, promoveu respostas significativas, tornando assim uma alternativa viável para o uso de fertilizantes no cultivo da região semiárida, pois reduziu os efeitos deletérios do estresse hídrico.

Contudo, o Cultivar Energia apresentou-se mais adaptável às condições experimentais empregadas, ou seja, refletiu uma melhor aclimação às condições edafoclimáticas locais.

AGRADECIMENTOS

À EMBRAPA Algodão pelas sementes concedidas.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelos recursos concedidos aos Programa de Pós-graduação em Energias Renováveis.

À Funcap (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, I. C. A.; QUEIROZ, G. A.; HONÓRIO, I. C. G.; VALADARES, R. V.; MARTINS, E. R. Prolina livre em alecrim-pimenta sob estresse hídrico antes da colheita. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 13, p. 539-541, 2011.
- BABITA, M.; MAHESWARI, M.; RAO, L. M.; SHANKER, A. K.; RAO, A. K.; RAO, D. G. Osmotic adjustment, drought tolerance and yield in castor (*Ricinus communis* L.) hybrids. *Environmental and Experimental Botany*, v. 69, p. 243 – 249, 2010.
- BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline

for water-stress studies. *Plant and Soil*, v.39, p.205-207, 1973.

BELTRÃO, N. E. M.; MELO, F. B.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. Mamona: árvore do conhecimento e sistemas de produção para o semi-árido brasileiro. Embrapa Algodão. Circular Técnica, 2003.

BEZERRA, B. B.; GONDIM, F. A.; JÚNIOR, F. H. N.; BARBOSA, R. M.; MARTINS, K.. Resíduo sólido de carcinicultura diminui os efeitos deletérios do estresse hídrico em plantas de girassol. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 12, p. 185-193, 2017.

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, 1976.

CARVALHO, B. D. *Manual de cultivo da mamona* (p. 8-52). Salvador: EBDA, 2005.

CHAVARRIA, G.; DURIGON, M. R.; KLEIN, V. A.; KLEBER, H. Restrição fotossintética de plantas de soja sob variação de disponibilidade hídrica. *Ciência Rural*, v. 45, p. 1387-1393, 2015.

COSTA, F. X. X.; DE MACEDO BELTRÃO, N. M. E.; SILVA, F. E. A. A.; MELO FILHO, J. S. M.; DA SILVA, M. A. S. Disponibilidade de nutrientes no solo em função de doses de matéria orgânica no plantio da mamona. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 5, p. 204-212, 2010.

DIAZ-LÓPEZ , L. D.; GIMENO, V.; LIDÓN, V.; SIMÓN, I.; MARTÍNEZ , V.; SÁNCHEZ, F. G. The tolerance of *Jatropha curcas* seedlings to NaCl: An ecophysiological analysis. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.54, p.34-42, 2012.

DUARTE, E. A.; MELO FILHO, P. D. A.; SANTOS, R. C. Características agrônômicas e índice de colheita de diferentes genótipos de amendoim submetidos a estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, p. 843-847, 2013.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric methods for determination of sugars and substances. *Analytical Chemistry*, v.28, p.350-356, 1956.

DUTRA, C. C.; FERREIRA DO PRADO, E. A.; RAMÃO PAIM, L.; QUINTÃO SCALON, S. D. P. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, p.2657-2668, 2012.

FAROOQ, M.; WAHID, A.; KOBAYASHI, N.; FUJITA, D.; BASRA, S. M. A. Plant

drought Stress: Effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable and Development*, v. 29, p. 185-212, 2009.

FILIPPOU, P.; BOUCHAGIER, P.; SKOTTI, E.; FOTOPOULOS, V. Proline and reactive oxygen/nitrogen species metabolism is involved in the tolerant response of the invasive plant species *Ailanthus altissima* to drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*, v.97, p.1-10, 2014.

FIGUEIREDO, S. L.; PIVETTA, L. G.; FANO, A.; MACHADO, F. R.; GUIMARÃES, V. F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. *Revista Ceres*, v.58, p.342-349, 2011.

GRACIANO, E. S. A. *Estudos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de amendoim (Arachis hypogaea L.) submetidos à deficiência hídrica*. 2009. Dissertação (Mestrado em Botânica/ Biotecnologia e Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

JORDAN, R. A.; GOMES, E. P.; BISCARO, G. A.; MOTOMIYA, A. V. D. A.; GEISENHOFER, L. Energetic impact of drip irrigation on castor bean crop. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, p. 375- 382, 2012.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAIOANNOU, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. *Journal of Agronomy and Crop Science*, p. 33-41, 2000.

KRASENSKY, J. ; JONAK, C. DROUGHT, Salt, and temperature stress-induce metabolic rearrangements and regulatory networks. *Journal of Experimental Botany*, v.1, p.1-16, 2012.

LABOURIAU, L. G. A germinação das sementes. *Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos*, 1983. 174p.

LECHINOSKI, A. L.; FREITAS, J. M. N.; CASTRO, D. S.; LOBATO, A. K. da S.; OLIVEIRA NETO, C. F.; CUNHA, R. L. M.; COSTA, R. C. L. Influência do estresse hídrico nos teores de proteínas e aminoácidos solúveis totais em folhas de Teca (*Tectona grandis* L. f.). *Revista Brasileira de Biociências*, v.5, p.927-929, 2007.

LIMA, R. D. L. S.; SEVERINO, L. S.; DE LIMA SILVA, M. I.; JERÔNIMO, J. F.; DE MACEDO BELTRÃO, N. E. Crescimento de mudas de mamoneira em substrato contendo esterco bovino, casca de amendoim e casca de mamona. In:II CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E

- BIODIESEL, 2005, Lavras. *Anais...* Lavras:UFL, 2005.
- LOBATO, A. K. S.; OLIVEIRA NETO, C. F.; COSTA, R. C. L.; SANTOS FILHO, B. G.; CRUZ, F. J. R.; LAUGHINGHOUSE, H. D. Biochemical and Physiological behaviour of *Vigna unguiculata* (L) Walp, under water stress during the vegetative phase. *Asian Journal of Plant Sciences*, v.7, p. 44-49, 2008.
- MAIA, P. S. P.; NETO, C. F. O.; CASTRO, D. S.; FREITAS, J. M. N.; LOBATO, A. K. S.; COSTA, R. C. L. Conteúdo relativo de água, teor de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de duas cultivares de milho submetidas a estresse hídrico. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 918-920, 2007.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, p.176-77, 1962.
- MENDES, F. S.; CASTRO, D. S.; NETO, C. F. O.; LOBATO, A. K.; CUNHA, R. L. M.; COSTA, R. C. L. Níveis de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de Mogno (*Swietenia macrophylla* King R. A) induzidas ao estresse hídrico e a reidratação. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 939-941, 2007.
- MORAES, P. F., DE LAAT, D. M., SANTOS, M. E. A. H. P., COLOMBO, C.A., KIIHL, T., Genes differentially expressed in castor bean genotypes (*Ricinus communis* L.) under water stress induced by peg. *Bragantia* v.74, p.25–32, 2015.
- MORANDO, R.; SILVA, A. O. DA; CARVALHO L. C.; PINHEIRO, M. P. M. A. Déficit hídrico: Efeito sobre a cultura da soja. *Journal of Agronomic Sciences*, v.3, p.114-129, 2014.
- MOURA, A. R.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; DA 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*, v. 26, p. 345-354, 2016.
- NUNES JÚNIOR, F. H.; GONDIM, F. A.; PEREIRA, M. S.; BRAGA, B. B.; PONTES FILHO, R. A.; BARBOSA, F. E. L. Percolado de aterro sanitário como fonte de nutrientes no crescimento inicial de plantas de girassol. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.20, p.746-750, 2016.
- OLIVEIRA, L. A. A. A.; BARRETO, L. P.; NETO, E. B.; DOS SANTOS, M. V. F.; COSTA, J. D. C. A. Solutos orgânicos em genótipos de sorgo forrageiro sob estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, p. 31-35, 2006.
- PADILHA, N. S.; SILVA, C. J.; BUENO PEREIRA, S.; NETO DA SILVA, J. A.;

- MENANI HEID, D.; BOTTEGA, S. P.; QUINTÃO SCALON, S. D. P. Crescimento inicial do pinhão-mansinho submetido a diferentes regimes hídricos em latossolo vermelho distrófico. *Ciência Florestal*, v. 26, p. 513-521, 2016.
- PEREIRA, J. W.; MELO FILHO, P. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; NOGUEIRA, R. M.; SANTOS, R. C. Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, p. 766-773, 2012.
- PINTO, C. M. *Respostas morfológicas e fisiológicas do amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica*, Dissertação (Mestrado) - CCA/UFCE, Fortaleza, 2006.
- RAMOS, M. L. G.; PARSONS, R.; SPRENT, J. I. Differences in ureide and amino acid content of water stressed soybean inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* and *Bradyrhizobium elkanii*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, p. 453-458, 2005.
- RÖMER, C.; WAHABZADA, M.; BALLVORA, A. ; PINTO, F.; ROSSINI, M.; PANIGADA, C. ; BEHMANN, J.; LEÓN, J.; THURAU, C.; BAUCKHAGE, C.; KERSTING, K; RASCHER, U.; PLUMER, L. Early drought stress detection in cereals: simplex volume maximisation for hyperspectral image analysis. *Functional Plant Biology*, v. 39, p. 878-890, 2012.
- SELMAR, D.; KLEINWÄCHTER, M. Influencing the product quality by deliberately applying drought stress during the cultivation of medicinal plants. *Industrial Crops and Products*, v. 42, p. 558-566, 2013.
- SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; DE ALMEIDA MORAES, C. R.; DE SOUZA GONDIM, T. M.; DE ALMEIDA FREIRE, W. S.; DE CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; DE MACEDO BELTRÃO, N. E. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, p. 563-568, 2006.
- SHAO H. B.; CHU L. Y; JALEEL C. A; ZHAO C. X. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *Comptes Rendus Biologies*, v. 331, p. 215-225, 2008.
- SILVA, L. D. *Alterações Fisiológicas e Bioquímicas em genótipos de Jatropha curcas L. submetidos ao déficit hídrico*. 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – BA.
- SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; VIÉGAS, R. A. Crescimento e produção do pinhão-mansinho irrigado com água residuária sob condições de estresse hídrico. *Revista Brasileira de*

Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p.: 621-629, 2011.

SILVA, V. F.; BRITO, K. S. A. DE; NASCIMENTO, E. C.; FERREIRA, A. C.; MARACAJÁ, P. B. Resíduo agroindustrial na formação de mudas ornamentais irrigadas com água 45 residuária. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.8, p. 258-266, 2013.

SILVA, V. F.; BRITO, K. S. A.; NASCIMENTO, E. C. S.; LIMA, V. L. A.; BARACUHY, J. G. V. Cultivo de girassol em variedades de substratos. *Revista Monografias Ambientais*, v. 13, p. 3453-3459, 2014.

SIVACI, A. Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cuttings. *Scientia Horticulturae*, v.109, p. 234–237, 2006.

SOBRINHO, S. P.; TIEPPO, R. C.; SILVA, T. J. A. Desenvolvimento inicial de plantas de girassol em condições de estresse hídrico. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, p. 1-12, 2011.

SOUZA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMAN-CAVALCANTE, M. Z.; NASCIMENTO, J. A. M. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para a formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. *Revista Caatinga*, v.21, p. 172-180, 2008.

SUBBARAO, G. V.; CHAUHAN, Y.S.; JOHANSON, C. Patterns of osmotic adjustment in pigeonpea -its importance as a mechanism of drought resistance. *European Journal of Agronomy*, v.12, p. 239-249, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TROLEIS, A. L., SANTOS, A. C. V., 2011. Estudos do Semiárido, 2 ed. EDUFRN, Natal.

UPADHYAYA, H. D.; SHARMA, S.; SINGH, S.; SINGH, M. Inheritance of drought resistance related traits in two crosses of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Euphytica (Wageningen)*, v. 177, p. 55- 66, 2011.

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino acids with Ninhydrin. *Analyst*, v.80, p.209-213, 1955.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou que é viável a utilização de resíduos orgânicos no cultivo de plantas de mamona. A utilização dos substratos orgânicos em plântulas de mamona (*Ricinus communis* L.) influenciou positivamente as variáveis de crescimento sob condição de estresse hídrico.

No primeiro experimento avaliaram-se variáveis germinativas e de crescimento em plântulas de mamona (cultivar BRS energia) cultivadas em diferentes resíduos orgânicos agroindustriais, visando identificar qual substrato se adequaria melhor à cultura. Dos resultados encontrados, os substratos contendo fibra de coco e bagaço de cana de açúcar possibilitaram a germinação, contudo a casca de amendoim se sobressaiu aos demais substratos empregados, em todas as variáveis avaliadas; sendo este substrato utilizado no segundo experimento.

No segundo experimento, avaliou-se a germinação, o crescimento e os teores de solutos orgânicos em dois cultivares (BRS energia e BRS nordestina) de mamoneira, cultivadas em substratos alternativos submetidos à condição de estresse hídrico. Os resultados demonstraram que o uso dos substratos influenciou positivamente os parâmetros germinativos, biométricos, teores de clorofila, bem como a produção de matéria fresca e seca. Sendo os parâmetros supracitados mais evidentes sob condição controle (com irrigação). Com relação aos teores de solutos orgânicos, os resultados foram mais elevados sob condição estresse, principalmente no cultivar BRS Energia e no substrato contendo lixo urbano.

Perante o exposto, concluiu-se que o uso de substratos orgânicos pode ser empregado na agricultura como fonte de nutrientes para a produção de mamona nos cultivares BRS Energia e BRS Nordeste. Ressalte-se que no presente trabalho o uso de substratos orgânicos, principalmente o lixo urbano, mostrou-se eficaz em minimizar os efeitos do estresse hídrico nas plântulas de mamona.

ANEXOS

- <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS>

- <http://www.uel.br/portal/frm/frmOpcao.php?opcao=http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>

Semina: Ciências Agrárias

[HOME](#)
[ABOUT](#)
[LOGIN](#)
[REGISTER](#)
[SEARCH](#)
[CURRENT](#)
[ARCHIVES](#)
[AUTHOR GUIDELINE](#)

[REGISTER](#)
[INDEXERS](#)
[JOURNALS PORTAL](#)
[UEL](#)

Home > Vol 39, No 4 (2018)

Semina: Ciências Agrárias

The Journal **Semina Ciências Agrárias** (*Semina: Ciênc. Agrár.*) is a bimonthly publication promoting Science and Technology and is associated with the State University of Londrina. It publishes original and review articles, as well as case reports and communications in the field of Agricultural Sciences, Animal Sciences, Food Sciences and Veterinary Medicine.

Citation Index: [Google Scholar](#)

Qualis CAPES - 2015/2016 - Agrarian Science: **B1**

Impact factor: JCR: Year 2017 - 0,349 - SJR - 0,351 - H index - 12

Importante:
Informamos que a classificação Qualis 2016 da Revista Semina: Ciências Agrárias foi B1 na ÁREA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS I. O Comitê de avaliação da CAPES irá realizar a alteração no sistema.

Área de avaliação (Qualis Capes) (2013-2016)

Ciências Agrárias I - **B1**; Ciências de Alimentos - **B3**; Medicina Veterinária - **B1**; Zootecnia - **B2**

Vol 39, No 4 (2018)

USER

Username

Password

☐ Remember me

[Login](#)

LANGUAGE

Select Language

English ▼ [Submit](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All ▼

[Search](#)

Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)
- [Other Journals](#)

FONT SIZE