



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

RAULINO CARDOSO NETO

PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO IRRIGADO COM ÁGUA
RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA E DOSES DE BIOESTIMULANTES
NATURAIS DE ALGAS MARINHAS

MOSSORÓ – RN
2017

RAULINO CARDOSO NETO

PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO IRRIGADO COM ÁGUA
RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA E DOSES DE BIOESTIMULANTES
NATURAIS DE ALGAS MARINHAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA, como parte das exigências do Programa para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Nutrição, Irrigação, Propagação de Plantas e Tecnologia de Sementes

Orientador: Prof.º D. Sc. Vander Mendonça – UFERSA

MOSSORÓ – RN

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C268p Cardoso Neto, Raulino .
PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO IRRIGADO COM
ÁGUA RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA E DOSES DE
BIOESTIMULANTES NATURAIS DE ALGAS MARINHAS /
Raulino Cardoso Neto. - 2017.
58 f. : il.

Orientador: Vander Mendonça Mendonça.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2017.

1. Ascophyllum. nodosum. 2. lithothannium. 3.
Tamarindus indica L. I. Mendonça, Vander Mendonça,
orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

RAULINO CARDOSO NETO

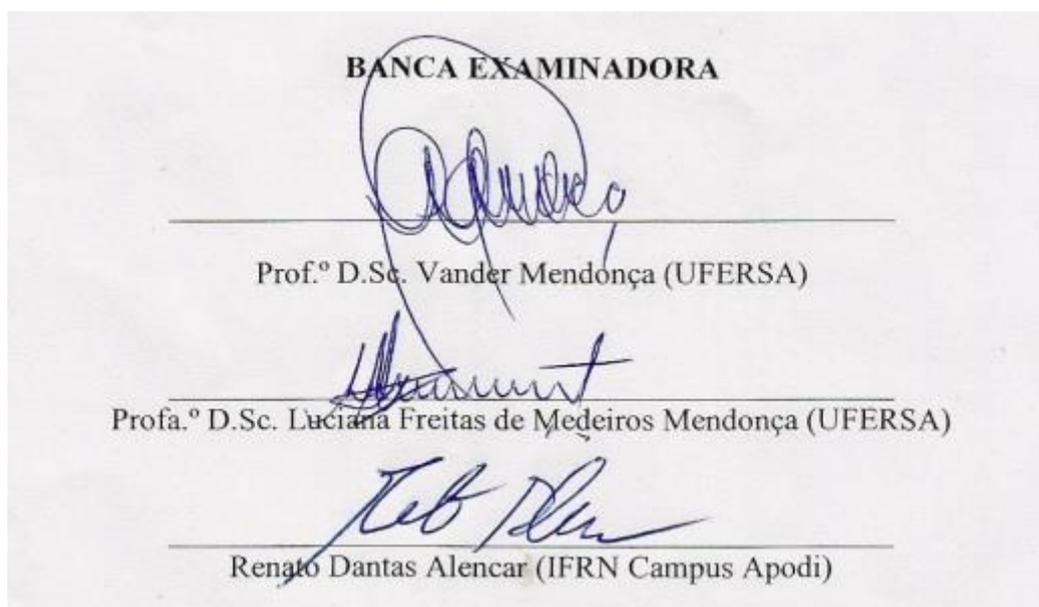
PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO IRRIGADO COM ÁGUA
RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA E DOSES DE BIOESTIMULANTES
NATURAIS DE ALGAS MARINHAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA, como parte das exigências do Programa para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Nutrição, Irrigação, Propagação de Plantas e Tecnologia de Sementes

Orientador: Prof.º D. Sc. Vander Mendonça – UFERSA

Defendida em: 29/04/2017



Aos meus pais, Joana D'arc e Ailôr, por todo o amor, cuidado, carinho, incentivo, compreensão e educação com que me presentaram.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao meu Senhor Deus, pelo dom da vida e por estar sempre me abençoando com saúde e disposição para desenvolver minhas atividades acadêmicas;

À UFERSA, por esta oportunidade de obter o título de Mestre em Engenharia Agrônômica;

Ao CNPq, pelo tempo em que me foi concedida a bolsa de mestrado;

Ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia;

Ao Grupo de Pesquisa em Fruticultura – GPF;

Ao meu orientador, Vander Mendonça;

Aos membros da banca examinadora, pela disposição e grande contribuição para esse trabalho;

À minha namorada Karla Nayanne Carvalho Pinto, pelo apoio que me prestou durante essa jornada de trabalho;

À minha família, pelo apoio e incentivo que sempre me deram;

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I: BIOESTIMULANTES NATURAIS DE ALGAS MARINHAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO

- Figura 1 - Comprimento da parte aérea de mudas de tamarindeiro submetidas a doses e tipos de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017. 29
- Figura 2 - Comprimento Total de mudas de tamarindeiro submetidas a doses e tipos de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017..... 30
- Figura 3 - Fotossíntese Líquida de mudas de tamarindeiro submetidas a doses de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró – RN, 2017. 34

CAPÍTULO II: ÁGUA RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA E BIOESTIMULANTE NATURAL DE ALGAS MARINHAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO.

- Figura. 1 - Número de Folhas de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN, 2017. 52
- Figura. 2 - Comprimento da parte aérea de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. UFERSA, Mossoró – RN, 2017..... 53
- Figura. 3 – Comprimento total de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. UFERSA, Mossoró – RN, 2017..... 53
- Figura. 4 - Massa Seca do Sistema Radicular de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN. UFERSA, 2017..... 54
- Figura. 5 – Massa Seca da Parte Aérea de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN. UFERSA, 2017..... 55
- Figura. 6 – Massa Seca Total de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN. UFERSA, 2017. 55
- Figura. 7 – Condutância estomática de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN. UFERSA, 2017..... 56
- Figura. 8 – Transpiração de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN. UFERSA, 2017. 57

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I: BIOESTIMULANTES NATURAIS DE ALGAS MARINHAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO.

Tabela 1 - Análise química do substrato utilizado na produção de mudas de tamarindeiro. Mossoró - RN. UFERSA, 2017..... 24

Tabela 2 - Resumo das análises de variância dos dados de Comprimento da Parte Aérea (CPA) e Comprimento Total (CT). UFERSA, Mossoró-RN, 2017. 28

Tabela 3 - Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de Comprimento da Parte Aérea e Comprimento Total de mudas de tamarindeiro submetidas a doses e tipos de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.¹ 28

Tabela 4 - Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de tamarindeiro submetidas a doses e a tipos de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017..... 29

Tabela 5 - Comprimento Total (CT) submetido a doses e a tipos de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017..... 31

Tabela 6 - Resumo das análises de variância dos dados de Diâmetro do Colo (DC), Número de Folhas (NF), Comprimento do Sistema Radicular (CSR), Massa Seca do Sistema Radicular (MSSR), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca Total (MST), Fotossíntese Líquida. 32

Tabela 7 - Diâmetro do colo (DC), comprimento do sistema radicular (CSR), Número de folhas (NF), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca da parte aérea (MSPA) submetido a tipos de bioestimulante. UFERSA, Mossoró-RN, 2017..... 32

Tabela 8 - Massa seca total (MST), Fotossíntese Líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) submetido a tipos de bioestimulante. UFERSA, Mossoró-RN, 2017. 32

CAPÍTULO II: ÁGUA RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA E BIOESTIMULANTE NATURAL DE ALGAS MARINHAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO.

Tabela. 1 - Análise química do substrato utilizado na produção de mudas de tamarindeiro. Mossoró – RN. UFERSA, 2017. 45

Tabela. 2 - Análise química da água residuária da piscicultura, para fins de irrigação. UFERSA, Mossoró – RN, 2017. 45

Tabela. 3 - Resumo das análises de variância dos dados de Diâmetro do Colo (DC), Número de Folhas (NF), Comprimento do Sistema Radicular (CSR) e Massa Seca do

Sistema Radicular (MSSR) de mudas de Tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária e à aplicação ou não de bioestimulante. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

..... 50

Tabela. 4 - Resumo das análises de variância dos dados de Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca Total (MST), Fotossíntese Líquida (A), Condutância Estomática (gs) e Transpiração (E) de mudas de Tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária e à aplicação ou não de bioestimulante. UFERSA, Mossoró-RN, 2017. 50

Tabela. 5 - Diâmetro do colo (DC), número de folhas (NF) comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento da parte aérea (CPA), Comprimento total (CT), e massa seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de tamarindeiro submetidas à aplicação ou não de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017. 51

Tabela. 6 - Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E) de mudas de tamarindeiro submetidas à aplicação ou não de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017. 51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2. REFERÊNCIAS	16
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	23
2.2 VIVEIRO DE MUDAS	23
2.3 MATERIAL PROPAGATIVO	23
2.4 RECIPIENTE E SUBSTRATO	24
2.5 BIOESTIMULANTES	24
2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	24
2.7 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	25
2.8 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	25
2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4. CONCLUSÕES	35
5. REFERÊNCIAS	36
1. INTRODUÇÃO.....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	44
2.2 VIVEIRO DE MUDAS	44
2.3 MATERIAL PROPAGATIVO	44
2.4 RECIPIENTE E SUBSTRATO	45
2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	46
2.7 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	46
2.8 VARIÁVEIS ANALISADAS	47
2.8 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	47
2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	48
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4. CONCLUSÕES	58
5. REFERÊNCIAS	59

RESUMO GERAL

CARDOSO NETO, Raulino. **PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA E DOSES DE BIOESTIMULANTES NATURAIS DE ALGAS MARINHAS** 2017. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2017.

A água residuária da piscicultura vem sendo utilizada para irrigação e tem sido testada na produção de mudas de frutíferas. As algas marinhas sintetizam hormônios vegetais e existem produtos à base de extratos de macroalgas utilizadas comercialmente como bioestimulantes para aumentar a produção agrícola. O objetivo desta pesquisa foi avaliar diferentes concentrações de água residuária da piscicultura e doses de bioestimulantes naturais de algas marinhas na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.). O trabalho foi realizado, no período de maio a outubro de 2016, no viveiro de mudas do Setor de Fruticultura da UFERSA, Mossoró – RN. O substrato utilizado foi formulado com 30% de esterco bovino e 70% de solo. O delineamento experimental utilizado foi o “DBC” em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, nos dois experimentos: 2 (“Bioestimulante A” – “Bioestimulante B”) x 5 (0 ml L⁻¹, 4 ml L⁻¹, 8 ml L⁻¹, 12 ml L⁻¹ e 16 ml L⁻¹ de bioestimulante) no primeiro experimento, e no segundo, 2 (“Com Bioestimulante – Sem Bioestimulante”) x 5 (0%, 25%, 50%, 75% e 100% de água residuária da piscicultura). Foram realizadas análises das características morfológicas e fisiológicas. O bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum* (Bioestimulante “B”), na dose 4,0 ml L⁻¹, promoveu os maiores incrementos na biomassa seca de tamarindeiro e atingiu os maiores valores de comprimento total. O bioestimulante à base de *lithothamnium* (Bioestimulante “A”) é superior ao bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum* (Bioestimulante “B”), na variável de condutância estomática e doses elevadas de bioestimulantes, acima de 5,54 ml L⁻¹, comprometem à taxa fotossintética de mudas de tamarindeiro. Altas concentrações de água residuária da piscicultura promovem declínio nas seguintes características avaliadas: Número de Folhas, Comprimento da parte Aérea, Comprimento Total, Massa Seca do Sistema Radicular, Massa Seca da Parte Aérea, Massa Seca Total, Condutância Estomática e Transpiração. As concentrações utilizadas neste experimento (25%, 50%, 75% e 100%) de água residuária da piscicultura foram bastante elevadas, não permitindo se observar o efeito benéfico da água. Dessa forma, sugerimos que as próximas pesquisas sejam realizadas utilizando concentrações menores. A fertilização com bioestimulante da espécie *Ascophyllum. nodosum* na dose de 4,0 ml L⁻¹ promove incrementos no diâmetro do colo, comprimento da parte aérea e no acúmulo de biomassa seca de mudas de tamarindeiro.

Palavras-chave: *Ascophyllum. nodosum*, *lithothamnium*, *Tamarindus indica* L.

GENERAL ABSTRACT

CARDOSO NETO, Raulino. **PRODUCTION OF TAMARIND TREE LEAVES IRRIGATED WITH WASTEWATER FROM PISCICULTURE AND DOSES OF NATURAL BIO-STIMULANTS OF SEAWEED** 2017. 58f. Dissertation (Mester's degree in Agronomy: Phytotechny) – Federal Rural do Semi-arid University, Mossoró, 2017.

Wastewater from pisciculture has been used in irrigation and tested in the production of fruitful seedlings. Seaweeds synthesize plant hormones and there are products based on extracts of macroalgae, which are used commercially as biostimulants to increase agricultural production. The objective of this work was to test the efficiency of the best dose of seaweed extract in the development of tamarind seedlings. The work was carried out, from May to October 2016, at the Federal Rural Semi-Arid University (UFERSA), East Campus, in Mossoró-RN. The substrate used was formulated with 30% manure and 70% soil. The experimental design used was in randomized complete blocks (DBC) in a 2x5 factorial scheme, with four replications, in both experiments: 2 (“Bioestimulante A” – “Bioestimulante B”) x 5 (0 ml L⁻¹, 4 ml L⁻¹, 8 ml L⁻¹, 12 ml L⁻¹ e 16 ml L⁻¹ de bioestimulante) on first experiment, on the second, 2 (“Com Bioestimulante – Sem Bioestimulante”) x 5 (0%, 25%, 50%, 75% e 100% of wastewater from pisciculture). Morphological and physiological characteristics were analyzed. The biostimulant based on *A. nodosum* (Biostimulant "B"), at the dose 4.0 ml L⁻¹, promoted the greatest increases in the dry biomass of tamarind tree and reached the highest values of total length. Biostimulant based on *lithothamnium* (Bio-A) is superior to biostimulant based on *Ascophyllum nodosum* (Bio-B), with respect to stomatal conductance and high doses, above 5.54 ml L⁻¹, compromise the photosynthetic rate of tamarind seedlings. High concentrations of wastewater from fish farming promote decline in the following evaluated characteristics: Number of leaves, length of the aerial part, total length, dry mass of the root system, dry mass of the aerial part, total dry mass, stomatal conductance and transpiration. The concentrations used in this experiment (25%, 50%, 75% and 100%) of aquaculture water were very high, not allowing to observe the beneficial effect of water. In this way, we suggest that the next surveys be carried out using smaller concentrations. The biostimulant based on *Ascophyllum nodosum* (Biostimulant "B") at the dose 4.0 ml L⁻¹ promoted the greatest increases in the aerial parts and dry biomass of tamarind seedlings.

Keywords: *A. nodosum*, *lithothamnium*, *Tamarindus indica* L.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) é uma planta arbórea, originária dos trópicos da África, que se dispersou posteriormente para as demais regiões tropicais do planeta. É uma espécie cultivada em locais de clima quente, e que tem boa adaptação às diversas regiões brasileiras. Difundida e cultivada há séculos no Brasil, é um árvore que hoje é considerada típica devido à sua fácil adaptação às condições climáticas do país (FERREIRA et al., 2008).

A etapa de produção de mudas é primordial para o sucesso futuro de um pomar de frutíferas. Mudas de qualidade são essenciais para o alcance da homogeneidade, rápido crescimento e precocidade de produção (FRANCO et al., 2006). De acordo com Góes et al. (2011), quando esta etapa é bem conduzida, tem-se uma atividade mais sustentável, com maior produtividade e menor custo, constituindo um dos principais fatores de sucesso de um pomar.

A água é um fator decisivo em qualquer atividade agrícola, não sendo diferente na produção de mudas. Tendo em vista a escassez desse recurso natural no semiárido nordestino e a necessidade de economizar e reutilizar água, alternativas estão sendo buscadas pelos pesquisadores para conviver com as condições adversas e tornar a agricultura mais sustentável. Dessa forma, a água residuária da piscicultura pode ser uma alternativa para a irrigação na produção de mudas, podendo complementar a adubação e sendo uma associação rentável em termos econômicos e ambientais. Sarig (1994) e Sandri (2003) mencionaram que a utilização de efluentes de viveiros de peixes reduz o custo da água e a quantidade de fertilizantes minerais sintéticos utilizados.

A água residuária dos viveiros de peixes tem sido utilizada para irrigação na produção de mudas de pimentão (NASCIMENTO et al., 2016), tomate (MEDEIROS et al., 2013) e de eucalipto (PAULUS et al., 2016), podendo ser uma alternativa sustentável e econômica em meio à crise hídrica. Esses autores encontraram resultados favoráveis, indicando a possibilidade da reutilização dessa água. No entanto, existe ainda grande demanda de conhecimentos técnicos e científicos, gerando demanda maior dos pesquisadores em buscar resultados concretos a respeito da reutilização desta água, principalmente a respeito das frutíferas, onde as pesquisas são incipientes.

Os bioestimulantes foram citados por Castro (2006) como misturas de biorreguladores ou mistura entre um ou mais biorreguladores com outros compostos de natureza química diferente, como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sais minerais, etc. No Brasil, embora o uso de algas marinhas nas culturas comerciais, de forma geral, encontre-se em plena expansão, há necessidade de informações mais precisas em relação à sua utilização adequada. O uso desses bioestimulantes naturais está cada vez mais se inserindo no cenário agrícola, o que se deve ao fato de que estão ganhando aceitação na agricultura orgânica, abrindo-se, dessa maneira, um leque para economia.

De acordo com Stirket al. (2003), as algas marinhas sintetizam hormônios vegetais e existem produtos à base de extratos de macroalgas, utilizadas comercialmente como bioestimulantes para aumentar a produção agrícola. Como exemplo, pode-se mencionar os produtos comerciais à base de *Ascophyllum nodosum*, os quais, por exibirem ação semelhante aos hormônios vegetais, têm sido usados para aplicações foliares ou no solo, inclusive na agricultura orgânica.

Diversos autores estão estudando o uso de bioestimulantes e observando respostas positivas para o crescimento de mudas de frutíferas, como o mamão (HAFLE et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2012), tangerina (SOUSA et al., 2013), maracujá (OLIVEIRA et al., 2011) e morango (SILVA, 2011).

Os efeitos benéficos da aplicação de biofertilizantes têm sido comprovados em diversas culturas, no entanto, sua utilização na agricultura é bastante divergente, o que mostra a necessidade de novas pesquisas para melhor avaliar seus efeitos (KOYAMA et al., 2012).

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar diferentes concentrações de água residuária da piscicultura e doses de bioestimulantes naturais de algas marinhas na produção de mudas de tamarindeiro.

2. REFERÊNCIAS

CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq, 2006.

FERREIRA, E. A.; MENDONÇA, V.; SOUZA, H. A.; RAMOS, J. D. Adubação fosfatada e potássica na formação de mudas de tamarindeiro. **Scientia Agrária**, Curitiba-PR, v. 9, n. 4, p. 475-480, 2008.

FRANCO, C. F. **Marcha de absorção de macronutrientes e de micronutrientes em mudas de goiabeira Paluma e século XXI**. 2006. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal-SP, 2006.

GÓES, G. B.; DANTAS, D. J.; ARAÚJO, W. B. M.; MELO, I. G. C.; MENDONÇA, V. Utilização de húmus de minhoca como substrato na produção de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde**, Mossoró-RN, v. 6, n. 4, p. 125-131, 2011.

GUIMARÃES, I. P. et al. Avaliação do efeito do uso do extrato de alga (raíza[®]) no desenvolvimento de mudas de mamão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n.1, p. 312-320, 2012.

HAFLE, O. C. et al. Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e Lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31 n. 15, p. 245-251, 2009.

KOYAMA, R. et al. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum*(L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 4, p. 282-287, 2012.

MEDEIROS, D. C. et al. Qualidade de mudas de tomate em função do substrato e irrigação com efluente de piscicultura. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 2, n. 8, p. 170-175, 2013.

NASCIMENTO, T. S. et al. Produção de mudas de pimentão irrigadas com efluentes de piscicultura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 449-459, fev. 2016. INOVAGRI.

OLIVEIRA, L. A. A. et al. Uso do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, p. 01-04, 2011.

PAULUS, D.; ZORZZI, I. C.; RANKRAPE, F. Água residuária de tilápia na produção de mudas de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 6., 2016, Ponta Grossa. Ponta Grossa: **Conbrepo**, 2016. p. 100-109. Disponível em: <aprepro.org.br/conbrepro/2016/down.php?id=1768&q=1>. Acesso em: 1º abr. 2017.

SANDRI, D. **Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita**. 2003. 186f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e

Solo) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SARIG, S. **The immigration for fish culture into general farm irrigation systems in Israel.** Bamidgeh, 1, v. 36, p. 16-20. 1994.

SILVA, T. P. **Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas.** 2011. 123f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 2011.

SOUZA, J. M. A. et al. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento inicial de plântulas do porta-enxerto cítrico tangerineira 'Cleópatra'. **Scientia Plena**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2013

STIRK, W. A.; NOVAK, O.; STRNAD, M.; VAN STADEN, J. Cytokinins in macroalgae. **Plant Growth Regulation**, Cidade, v. 41, p. 13-24, 2003.

CAPÍTULO I

BIOESTIMULANTES NATURAIS DE ALGAS MARINHAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO

RESUMO

CARDOSO NETO, Raulino. **BIOESTIMULANTES NATURAIS DE ALGAS MARINHAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO** 2017. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2017.

As algas marinhas sintetizam hormônios vegetais e existem produtos à base de extratos de macroalgas utilizados comercialmente como bioestimulantes para aumentar a produção agrícola. Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência do extrato de algas marinhas no desenvolvimento de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.). O trabalho foi realizado, no período de maio a outubro de 2016, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus leste, em Mossoró-RN. O experimento foi realizado no viveiro de mudas do Setor de Fruticultura da UFERSA. As sementes utilizadas no plantio das mudas foram provenientes de frutos sadios e maduros de uma planta de tamarindeiro localizada no Pomar Didático da UFERSA. O substrato utilizado foi formulado com 30% de esterco bovino e 70% de solo. Foram utilizados dois produtos comerciais à base de algas marinhas, identificados como “Bioestimulante A” e “Bioestimulante B”. As doses dos bioestimulantes foram aplicadas a cada sete dias, sendo o extrato aplicado com uma seringa, despejando 15 ml da solução no colo de cada planta até o término do experimento. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições. O primeiro fator foi representado pelos bioestimulantes “Bio A” e “Bio B” e o segundo fator, pela concentração das soluções (0 ml L⁻¹, 4 ml L⁻¹, 8 ml L⁻¹, 12 ml L⁻¹ e 16 ml L⁻¹). Cada unidade experimental foi representada por cinco mudas, totalizando 200 plantas. Foram realizadas análises das características morfológicas e fisiológicas. O bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum* (Bio “B”), na dose 4,0 ml L⁻¹ promoveu os maiores incrementos na biomassa seca de tamarindeiro e atingiu os maiores valores de comprimento total. O bioestimulante à base de *lithothamnium* (Bioestimulante “A”) é superior ao bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum* (Bioestimulante “B”), na variável de condutância estomática. Doses elevadas de bioestimulantes, acima de 5,54 ml L⁻¹, comprometem a taxa fotossintética de mudas de tamarindeiro.

Palavras-chave: *Tamarindus indica* L., *Ascophyllum nodosum*, *lithothamnium*.

ABSTRACT

CARDOSO NETO, Raulino. **NATURAL BIO-STIMULATING MARINE ALGAE IN THE PRODUCTION OF TAMARIND CHANGES** (*Tamarindusindica* L.) 2017. 58f. Dissertation (Master's degree in Agronomy: Phytotechny) - Federal Rural Semi-Arid University, Mossoró, 2017.

Seaweeds synthesize plant hormones and there are products based on extracts of macroalgae, which are used commercially as biostimulants to increase agricultural production. The objective of this work was to test the efficiency of seaweed extract in the development of tamarind seedlings. The work was carried out, from May to October 2016, at the Federal Rural Semi-Arid University (UFERSA), East Campus, in Mossoró-RN. The experiment was carried out in the seedling nursery of the UFERSA Fruit Sector. The seeds used in the planting of the seedlings came from healthy and mature fruits of a tamarind plant located in the Didactic Orchard of UFERSA. The substrate used was formulated with 30% manure and 70% soil. Two commercial seaweed products, identified as "Biostimulant A" and "Biostimulant B", were used. The doses of the biostimulants were applied every seven days, the extract being applied with a syringe, pouring 15 ml of the solution in the lap of each plant until the end of the experiment. The experimental design used was in randomized complete blocks (DBC) in a 2x5 factorial scheme, with four replications. The first factor was represented by the bio-stimulants "Bio A" and "Bio B" and the second factor, by concentrating the solutions (0 ml L⁻¹, 4 ml L⁻¹, 8 ml L⁻¹, 12 ml L⁻¹ and 16 ml L⁻¹). Each experimental unit was represented by five seedlings, totaling 200 plants. Morphological and physiological characteristics were analyzed. The biostimulant based on *Ascophyllum nodosum* (Biostimulant "B") at the dose 4.0 ml L⁻¹ promoted the greatest increases in the dry biomass of tamarind tree and reached the highest values of total length. The biostimulant based on lithothannium (Biostimulant "A") is superior to the biostimulant based on *Ascophyllum nodosum* (Biostimulant "B"), in the variable of stomatal conductance. Biostimulant doses, above 5.54 ml L⁻¹, compromise the photosynthetic rate of tamarind seedlings.

Keywords: *Tamarindus indica* L., *Ascophyllum nodosum*, lithothannium.

1. INTRODUÇÃO

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) é uma cultura de origem Africana, mais precisamente dos trópicos deste continente. Chegou ao Brasil vindo da Ásia, onde vem sendo cultivada há séculos (FERREIRA et al., 2008), principalmente nas regiões norte e nordeste, vindo a ser considerada fruta típica (PEREIRA et al., 2007).

Os conhecimentos técnicos e científicos a respeito da cultura do tamarindeiro ainda são pouco aprofundados, e em razão dessa escassez de dados, segue a necessidade de pesquisas que atuem desde a fase de propagação até a produção e pós-colheita da fruta.

Diante disso, a fase de propagação e aquisição de mudas é fundamental para o estabelecimento da cultura em campo, uma vez que a baixa fertilidade do substrato e nutrição das plantas são uns dos problemas mais limitantes, podendo ser corrigida, por exemplo, com o uso de bioestimulantes naturais de algas marinhas (NORRIE, 2008), que são misturas de biorreguladores ou mistura entre um ou mais biorreguladores com outros compostos de natureza química diferente, como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sais minerais, etc. (CASTRO, 2006).

As algas marinhas são capazes de sintetizar hormônios vegetais e existem produtos à base de extratos de macroalgas utilizados comercialmente como bioestimulantes para aumentar a produção agrícola (STIRK et al., 2003).

Diversos autores estão estudando o uso de bioestimulantes e observando respostas positivas para o crescimento de mudas de frutíferas, como o mamão (HAFLE et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2012), tangerina (SOUSA et al., 2013), maracujá (OLIVEIRA et al., 2011) e morango (SILVA, 2011).

Embora os efeitos benéficos da aplicação de biofertilizantes tenham sido comprovados em diversas culturas, sua utilização na agricultura é bastante divergente, o que mostra a necessidade de novas pesquisas para melhor avaliar seus efeitos (KOYAMA et al., 2012).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência do extrato de algas marinhas no desenvolvimento de mudas de tamarindeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado, no período de maio a outubro de 2016, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus leste, em Mossoró-RN.

O município de Mossoró está situado na latitude Sul 5° 11', longitude 37° 20' a oeste de Greenwich e com altitude de 18 m. O clima, segundo a classificação de Koppen é 'BSWh' (muito seco, com estação de chuva no verão atrasando-se para o outono) (ESPÍNOLA SOBRINHO, 2011). A precipitação média anual está em torno de 673,9 mm, sendo os meses de fevereiro a maio o período mais úmido e de agosto a novembro, o período mais seco.

2.2 VIVEIRO DE MUDAS

O experimento foi realizado no viveiro de mudas do Setor de Fruticultura da UFERSA. O mesmo foi construído no sentido leste-oeste, com as dimensões de 12 m de comprimento e 25 m de largura, perfazendo uma área de 300 m². Sua infraestrutura consta de piso de terra batida, revestimento de sombrite (cor preta) que permite a passagem de 50% da luz solar e estrutura de sustentação composta por hastes de aço galvanizado, medindo 2,80 m de altura.

2.3 MATERIAL PROPAGATIVO

As sementes utilizadas no plantio das mudas foram provenientes de frutos sadios e maduros de uma planta de tamarindeiro localizada no Pomar Didático da UFERSA. Primeiramente, foi retirada a casca de todos os frutos selecionados, os quais, em seguida, foram imersos em um recipiente com água por um período de 12 horas para facilitar a separação das sementes da polpa. As sementes foram lavadas sobre uma peneira de malha fina em água corrente e separadas dos resíduos de polpa e casca, onde foram selecionadas manualmente, eliminando-se as sementes pequenas e danificadas. Após a seleção das sementes, elas foram postas sobre papel toalha para secar em local arejado e sombreado, por um dia.

2.4 RECIPIENTE E SUBSTRATO

As mudas foram produzidas em sacos de polietileno preto com dimensões de 10 cm x 25 cm, com capacidade de (2.000ml) e perfurados na parte inferior para possibilitar a drenagem de água.

O substrato utilizado foi formulado com 30% de esterco bovino e 70% de solo, seguindo as recomendações de Melo (2008). Uma amostra de solo foi retirada para análise química (Tabela 1).

Tabela 1 – Análise química do substrato utilizado na produção de mudas de tamarindeiro. Mossoró - RN. UFERSA, 2017.

Substrato	N	pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	CTC	V	m	PST
	g/kg	H ₂ O	“---	mg/dm ³	---“	“----	----	----	cmolc/dm ³	----	----	----“	“-	%	-“
Solo + Esterco	1,05	7,40	185,0	76,3	87,1	4,20	1,30	0,00	0,00	6,07	6,07	6,07	100	0	6

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA.

2.5 BIOESTIMULANTES

Foram utilizados dois produtos comerciais à base de algas marinhas, identificados como “Bioestimulante A” e “Bioestimulante B”. O primeiro é representado pelo extrato de algas marinhas da espécie *lithothamnium* (sprintalga-Biolchim[®]), composto por: NO₃⁻ - 15,2 g L⁻¹, NH₄⁺ - 16,5 g L⁻¹, Mo - 22,9 g L⁻¹ e 190,5 g L⁻¹ de carbono orgânico total, torta de soja, hidróxido de sódio líquido, molibdato de sódio (BIOLCHIM, 2017). Já o “Bioestimulante B” é representado pelo extrato de alga marinha *Ascophyllum nodosum* [Acadian[®] (Agritech – Canadá)] composto por: N - 8,12g L⁻¹; P - 6,82g L⁻¹; K - 12,00g L⁻¹; Ca - 1,60g L⁻¹; Mg - 2,03g L⁻¹; S - 8,16 g L⁻¹; B - 5,74g L⁻¹; Cu - 13,60g L⁻¹; Fe - 11,5g L⁻¹; Mn - 0,04g L⁻¹; Zn - 24,40g L⁻¹ e Na – 2.0g L⁻¹; hidróxido de potássio, com 61,48 g L⁻¹ de K₂O solúvel em água; 69,60 g L⁻¹ de carbono orgânico total (ACADIAM, 2017).

2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições. O primeiro fator foi representado pelos bioestimulantes “Bio A” e “Bio B” e o segundo fator, pela

concentração das soluções (0 ml L⁻¹, 4 ml L⁻¹, 8 ml L⁻¹, 12 ml L⁻¹ e 16 ml L⁻¹). Cada unidade experimental foi representada por cinco mudas, totalizando 200 plantas.

2.7 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Os substratos foram preparados nas devidas proporções e os recipientes foram preenchidos manualmente e conduzidos para o viveiro de mudas. A semeadura foi realizada em 24 de maio de 2016 em bandejas de 128 células e transplantadas para os sacos de polietileno aos 30 dias após a semeadura. A aplicação dos tratamentos iniciou-se sete dias após o transplante.

As doses dos bioestimulantes foram aplicadas a cada sete dias, sendo o extrato aplicado com uma seringa, despejando 15 ml da solução no colo de cada planta até o término do experimento.

A lâmina de irrigação foi aplicada manualmente todos os dias, deixando o solo próximo da sua capacidade de campo.

2.8 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Aos 120 dias após o transplante (DAT), foram realizadas análises das características morfológicas e fisiológicas das mudas.

2.8.1 Características Morfológicas

a) Número de Folhas por planta (NF)

A contagem de folhas foi realizada por contagem direta, partindo-se da folha basal até a última aberta.

b) Diâmetro do Colo (DC)

A análise foi realizada utilizando um paquímetro digital, aferido em milímetros.

c) Comprimento da parte aérea (CPA)

A altura da muda foi determinada utilizando-se uma régua graduada em centímetros, medindo-se a distância entre o colo e o ápice da planta.

d) Comprimento do sistema radicular (CSR)

As plantas foram cuidadosamente retiradas dos sacos de polietileno para realizar a medida da raiz. Foi utilizada uma régua graduada em centímetros, medindo a distância do colo até a extremidade da raiz principal.

e) Comprimento total (CT)

Parâmetro aferido por meio da soma do comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CSR).

f) Massa Seca da Parte Aérea (MSPA)

Para determinação da MSPA, as plantas foram retiradas dos recipientes e lavadas em água corrente. Posteriormente, separou-se a parte aérea do sistema radicular através de um corte na região do colo. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, etiquetadas e colocadas em estufa a 65°C, com circulação forçada de ar até alcançarem peso constante. Depois, as amostras foram pesadas em balança eletrônica, sem o saco de papel, sendo o peso expresso em gramas (MALAVOLTA et al., 1997).

g) Massa Seca do Sistema Radicular (MSSR)

O sistema radicular foi separado da parte aérea, lavada para retirada de resíduos do substrato, e acondicionado em saco de papel. Em seguida, foram levados para estufa a 65°C para a secagem, até atingirem peso constante, procedendo em seguida à pesagem em balança analítica, sendo o peso expresso em gramas.

h) Massa Seca Total (MST)

Medida aferida mediante da soma da massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR).

2.8.2 Variáveis fisiológicas

2.8.2.1 Trocas gasosas

As variáveis foram analisadas com o auxílio de um leitor de gases no infravermelho LI-6400 (LI-COR Biosciences), sendo as seguintes características avaliadas: fotossíntese líquida ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$), condutância estomática ($\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância, usando-se o *software* SISVAR, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011). As médias foram comparadas a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey, quando o valor do teste F, na análise de variância, foi significativo. Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância antes da realização das análises estatísticas (BARTLETT, 1937). Os efeitos das doses de bioestimulantes foram avaliados também via análise de regressão usando-se o *software* Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1992). As equações de regressão foram escolhidas com base nos seguintes critérios: explicação biológica do fenômeno, simplicidade da equação e teste dos parâmetros da equação pelo teste t, de Student, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre as doses e os tipos de bioestimulantes para o comprimento da parte aérea e comprimento total de mudas de tamarindeiro. As doses no Bioestimulante “A” não foram significativas para as duas variáveis, no entanto para o Bioestimulante “B” houve significância ao nível de 1% de probabilidade. Os bioestimulantes na dose de $4,0 \text{ ml L}^{-1}$ foram significantes ao nível de 1% de probabilidade para o Comprimento da Parte Aérea e ao nível de 5% de probabilidade para o Comprimento Total. Na dose de $12,0 \text{ ml L}^{-1}$, os bioestimulantes foram significativos ao nível de 5% de probabilidade para o Comprimento da parte Aérea e ao nível de 1% de probabilidade para o Comprimento Total. Nas demais doses, os bioestimulantes não foram significativos (Tabela 2 e Tabela 3).

Tabela 2 - Resumo das análises de variância dos dados de Comprimento da Parte Aérea (CPA) e Comprimento Total (CT). UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Fontes de variação	GL	CPA	CT
		(cm)	(un)
Blocos	3	262,82 ^{ns}	109,98 ^{ns}
Doses (D)	4	199,48 ^{ns}	314,62 ^{ns}
Bioestimulantes (B)	1	12,100 ^{ns}	11,772 ^{ns}
D x B	4	202,07*	370,78*
Resíduo	27	58,59	125,37
CV (%)		16,09	14,33
Média geral		47,56	78,14

Tabela 3 - Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de Comprimento da Parte Aérea e Comprimento Total de mudas de tamarindeiro submetidas a doses e tipos de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.¹

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Comprimento da Parte Aérea (cm)	Comprimento Total (cm)
<i>Doses em bioestimulantes</i>			
Doses no bioestimulante A	4	48,22 ^{ns}	45,43 ^{ns}
Doses no bioestimulante B	4	353,33**	639,97**
Resíduo	27	58,59	125,37
<i>Bioestimulantes em doses</i>			
Bioestimulantes na dose 0	1	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Bioestimulantes na dose 4	1	446,25**	500,46*
Bioestimulantes na dose 8	1	0,03 ^{ns}	7,03 ^{ns}
Bioestimulantes na dose 12	1	347,82*	972,95**
Bioestimulantes na dose 16	1	26,28 ^{ns}	14,4 ^{ns}
Resíduo	27	58,59	125,37

¹ n.s., *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Foram observados os maiores valores para o comprimento da parte aérea na ordem de 63,5 cm na dose de 4,0 ml L⁻¹ no bioestimulantes “B” e 51,62 cm na dose de 12,0 ml L⁻¹ no bioestimulante “A” (Figura 1). Não houve ajuste de função de resposta para essa variável. Diferenças foram encontradas entre os tipos de bioestimulantes na dose de 4,0 ml L⁻¹, na qual ocorreu incremento na ordem de 23,5 % do bioestimulante “B” em relação ao bioestimulante “A” e na dose de 12 ml L⁻¹ ocorreu incremento de 25,6% do bioestimulante “A” em relação ao bioestimulante “B” (Tabela 4). O

tratamento com aplicação da dose de 4,0 ml L⁻¹ do bioestimulante “B” foi superior aos demais, onde podemos observar incremento de 24,8% comparado com a dose de 0,0 ml L⁻¹.

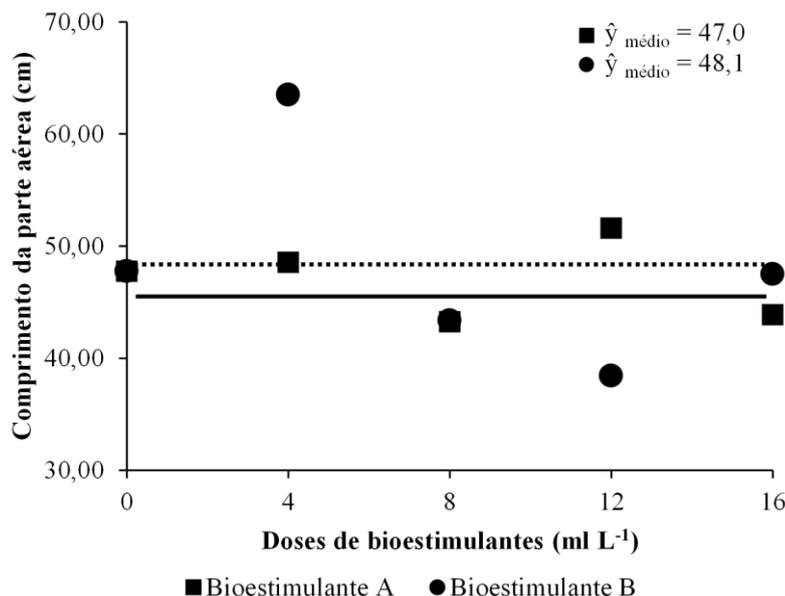


Figura 1 - Comprimento da parte aérea de mudas de tamarindeiro submetidas a doses e tipos de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Tabela 4 - Comprimento da Parte Aérea (CPA) de mudas de tamarindeiro submetidas a doses e a tipos de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Doses de bioestimulante (ml L ⁻¹)	Bioestimulante ¹	
	Bioestimulante A	Bioestimulante B
	Cm	
0	47,75 a	47,75 a
4	48,56 b	63,50 a
8	43,25 a	43,37 a
12	51,62 a	38,43 b
16	43,87 a	47,75 a
CV(%)	16,09	

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As algas marinhas apresentam em sua constituição fitohormônios (citocininas e giberelinas), que podem ter interagido na divisão do alongamento celular das mudas de tamarindeiro. Almeida et al. (2015) verificaram incremento de 10,68% na dose de 6,0 ml L⁻¹ no crescimento de mudas de romã, trabalhando com o bioestimulante “B”. Oliveira et al. (2011), testando doses do composto à base de *Ascophyllum nodosum*

(Bioestimulante “B”) na produção de mudas de maracujazeiro, observaram melhor crescimento das plantas na dosagem $3,67 \text{ ml L}^{-1}$. Estes autores atribuíram esse efeito à composição do bioestimulante, visto que há citocininas na forma natural da alga, promovendo incrementos na divisão celular e, conseqüentemente, maior crescimento das plantas. Outros autores que trabalharam com doses de bioestimulantes também observaram respostas positivas para o crescimento de mudas de frutíferas, como o mamão (HAFLE et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2012) e tangerina (SOUSA et al., 2013).

Os maiores valores encontrados para o comprimento total foram na ordem de $96,38 \text{ cm}$ na dose de $4,0 \text{ ml L}^{-1}$ no bioestimulantes “B” e $83,31 \text{ cm}$ na dose de $12,0 \text{ ml L}^{-1}$ no bioestimulantes “A” (Figura 2). Observou-se incremento de $24,1 \%$ do bioestimulantes “A” em relação ao bioestimulantes “B”, na dose de $12,0 \text{ ml L}^{-1}$ (Tabela 5). Não houve ajuste de função de resposta. O comportamento desta variável foi semelhante ao comprimento da parte aérea, pois esta variável representa soma das duas variáveis anteriores, podendo-se, dessa forma, explicar os efeitos com as mesmas justificativas anteriormente citadas.

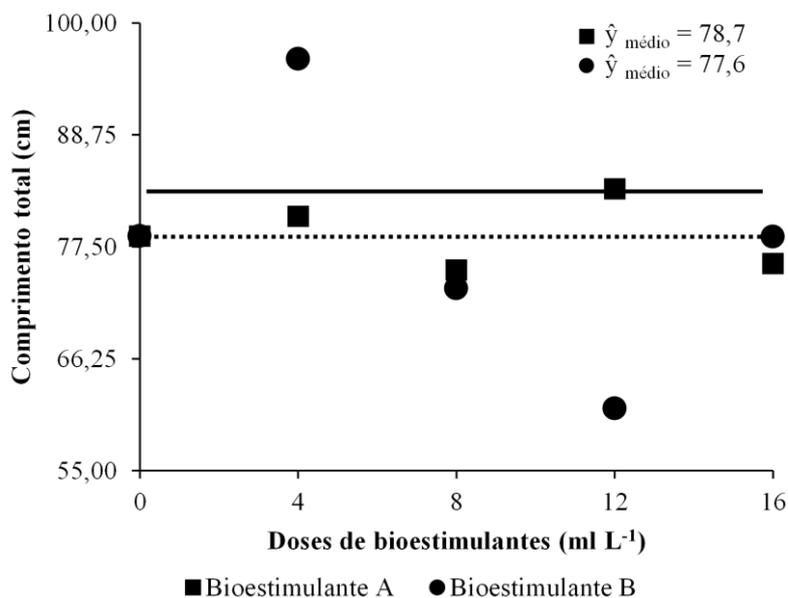


Figura 2 - Comprimento Total de mudas de tamarindeiro submetidas a doses e tipos de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Tabela 5 - Comprimento Total (CT) submetido a doses e a tipos de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Doses de bioestimulante (ml L ⁻¹)	Bioestimulante ²	
	Bioestimulante A	Bioestimulante B
	Cm	
0	78,56 a	78,56 a
4	80,56 a	96,38 a
8	75,18 a	73,31 a
12	83,31 a	61,25 b
16	75,81 a	78,50 a
CV(%)	14,33	

²Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Não houve interação significativa entre as doses e os bioestimulantes para as variáveis: Diâmetro do Colo, Número de Folhas, Comprimento do Sistema Radicular, Massa Seca do Sistema Radicular, Massa Seca da Parte Aérea, Massa Seca Total, Fotossíntese Líquida, Condutância Estomática, e Transpiração. Para as variáveis Diâmetro do colo, Número de Folhas, Comprimento do sistema radicular e Transpiração, não houve significância ao nível de 5% de probabilidade. As doses foram significativas ao nível de 1% de probabilidade para a Massa Seca do Sistema Radicular, Massa Seca da Parte Aérea, Massa seca Total e Fotossíntese Líquida e ao nível de 5% de probabilidade na Condutância Estomática. Os bioestimulantes foram significativos ao nível de 1% de probabilidade para a Fotossíntese Líquida e ao nível de 5% de probabilidade para a Condutância Estomática (Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo das análises de variância dos dados de Diâmetro do Colo (DC), Número de Folhas (NF), Comprimento do Sistema Radicular (CSR), Massa Seca do Sistema Radicular (MSSR), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca Total (MST), Fotossíntese Líquida.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios								
		DC (cm)	NF (un)	CSR (cm)	MSSR (cm)	MSPA (cm)	MST (cm)	A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$)	gs ($\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
Blocos	3	0,03 ^{ns}	28,70 ^{ns}	7,81 ^{ns}	0,13 ^{ns}	2,66 ^{ns}	0,34 ^{ns}	4,50 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Doses (D)	4	0,34 ^{ns}	28,82 ^{ns}	4,44 ^{ns}	0,97 ^{**}	5,56 ^{**}	11,60 ^{**}	14,61 ^{**}	0,0004 [*]	0,05 ^{ns}
Bioestimulantes (B)	1	0,01 ^{ns}	27,22 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,65 ^{ns}	15,52 ^{**}	0,0007 [*]	0,11 ^{ns}
D x B	4	0,07 ^{ns}	16,39 ^{ns}	6,57 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,93 ^{ns}	3,19 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Resíduo	27	0,33	14,26	16,40	0,21	0,92	1,75	1,8	0,0001	0,10
CV (%)		10,51	16,69	12,96	23,41	22,60	21,02	22,10	43,24	15,16
Média geral		5,53	22,62	31,24	1,99	4,28	6,30	6,17	0,02	148,60

^{ns}, *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

As tabelas de comparações de médias das variáveis para os tipos de bioestimulantes estão expostas a seguir (Tabela 7 e Tabela 8).

Tabela 7 - Diâmetro do colo (DC), comprimento do sistema radicular (CSR), Número de folhas (NF), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca da parte aérea (MSPA) submetido a tipos de bioestimulante. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Bioestimulante	Variáveis ¹				
	DC	CSR	NF	MSSR	MSPA
	Cm	cm	un	cm	Cm
A	5,15 a	31,17 a	21,80 a	1,97 a	4,17 a
B	5,55 a	31,31 a	23,43 a	2,0 a	4,40 a
CV(%)	10,51	12,96	16,69	23,41	22,60

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 8 - Massa seca total (MST), Fotossíntese Líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) submetido a tipos de bioestimulante. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Bioestimulante	Variáveis ¹			
	M.S.T	A	gs	E
	cm			
A	6,17 a	6,79 a	0,032 a	0,74 a
B	6,43 a	5,55 b	0,023 b	0,63 a
CV(%)	21,02	22,10	43,24	47,87

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Não houve ajuste de função de resposta para a Massa Seca do Sistema Radicular, Massa Seca da Parte aérea e Massa seca Total. A dose de 4,0 ml L⁻¹ promoveu os maiores incrementos para essas variáveis.

Os maiores valores encontrados para Massa Seca do Sistema Radicular, Massa Seca da Parte Aérea e Massa Seca total foram de 2,51, 5,68 e 8,32 g planta⁻¹, representando incrementos de 21,2, 22 e 23%. Esse resultado diverge dos encontrados por autores que trabalharam com doses de bioestimulantes à base de *A. nodosum* (Bioestimulante “B”) na produção de porta enxertos de cajueiro e araticum-do-brejo, para os quais doses acima de 2,0 ml L⁻¹ promoveram decréscimos na biomassa seca do sistema radicular (SILVA et al., 2016; GARCIA et al., 2014). Esse comportamento depressivo foi observado para a Massa Seca da Parte Aérea e Massa Seca Total nas doses superiores a 4,0 ml L⁻¹. Esse efeito negativo que ocorreu com o aumento das doses pode estar relacionado aos níveis de sais das soluções dos bioestimulantes. Isso pode ser explicado em virtude de o sistema radicular estar diretamente em contato com o meio osmótico, o que possivelmente deixa as mudas mais suscetíveis às condições adversas do meio de cultivo, influenciando, assim, no seu ganho de biomassa seca (SILVA et al., 2016).

O maior valor encontrado para a Fotossíntese Líquida foi de 7,74 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na dose 5,54 ml L⁻¹, representando um incremento na ordem de 27,8%. Nota-se que após atingir a maior taxa fotossintética, houve decréscimo na medida em que as doses dos bioestimulantes foram aumentadas, sendo 44,3 % menor ao atingir o final da curva (Figura 3). Esse efeito depressivo pode estar relacionado ao aumento das condutividades elétricas das doses dos bioestimulantes. Segundo Silva et al. (2016), o aumento das doses dos bioestimulantes criam uma condição de estresse salino para as mudas, pois há aumento da condutividade elétrica. Silva et al. (2005) mencionaram que aumentos consideráveis na concentração de sais no solo levam, necessariamente, a distúrbios no metabolismo geral das plantas, os quais provocam danos ao aparato fotossintético.

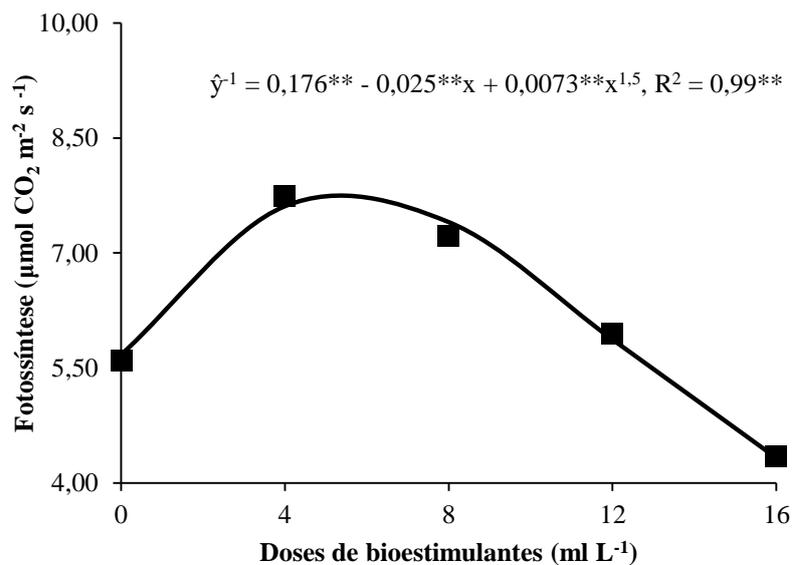


Figura 3 - Fotossíntese Líquida de mudas de tamarindeiro submetidas a doses de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró – RN, 2017.

Não houve ajuste de função de resposta para a Condutância Estomática e Transpiração. O maior valor encontrado para a Condutância Estomática foi de 0,039 mol H₂O m⁻² s⁻¹, sendo 43,6% superior ao valor encontrado na testemunha e 46,2 % superior ao valor encontrado na dose de 16,0 ml L⁻¹. O valor médio encontrado para a transpiração foi de 0,7 mmol H₂O m⁻² s⁻¹. O bioestimulante “A” foi superior ao bioestimulante “B” em torno de 28,1%.

O aumento das doses dos bioestimulantes pode ter afetado a salinidade do solo ao longo das aplicações, que ocorreram a cada sete dias durante um período de 120 dias de experimento. De acordo com Taiz e Zeiger (2013), com a salinidade o potencial hídrico do solo apresenta números cada vez mais negativos, o que acarreta retardamento na expansão celular, onde a redução no crescimento da folha é o primeiro sintoma aparente, seguido pelo fechamento dos estômatos como um mecanismo de aclimação ao estresse salino, reduzindo a quantidade de água transpirada.

4. CONCLUSÕES

O bioestimulante à base de *A. nodosum* (Bioestimulante “B”), na dose 4,0 ml L⁻¹ promoveu os maiores incrementos na biomassa seca de tamarindeiro e atingiu os maiores valores de comprimento total.

O bioestimulante à base de *lithothamnium* (Bioestimulante “A”) é superior ao bioestimulante à base de *A. nodosum* (Bioestimulante “B”), na variável de condutância estomática.

Doses de bioestimulantes acima de 5,54 ml L⁻¹ comprometem a taxa fotossintética de mudas de tamarindeiro.

5. REFERÊNCIAS

ACADIAN AGRITECH (2009) - Ciência das Plantas (Site Institucional). Disponível em: <<http://www.acadianagritech.ca/portuguese/PSansA.htm>>. Acesso em: 15 de fev. 2017.

ALMEIDA, J. P. N. et al. UTILIZAÇÃO DE EXTRATOS DE ALGAS MARINHAS NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ROMÃZEIRAS. In: OLIVEIRA, A. M. et al. **Coleção Agroecologia e Meio Ambiente no Semiárido: Produção Orgânica no Semiárido**. Mossoró: Edufersa, 2016. p. 1316-1324.

BIOLCHIM. Sprint algas. Disponível em: <<http://www.biolchim.com.br/sprintalgas.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

BARTLETT, M. S. Some examples of statistical methods of research in agriculture and 1693 applied biology. **Journal of the Royal Statistical Society**, Malden, v. 4, n. 1, p. 137-183, 1937.

CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq, 2006.

ESPÍNOLA SOBRINHO, J. ; PEREIRA, V. C.; OLIVEIRA, A. D.; SANTOS, W. O.; SILVA, N. K. C.; MANIÇOBA, R. M. **Climatologia da precipitação no município de Mossoró - RN**. Período: 1900-2010. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Guarapari – ES, 2011.

FERREIRA, E. A.; MENDONÇA, V.; SOUZA, H. A.; RAMOS, J. D. Adubação fosfatada e potássica na formação de mudas de tamarindeiro. **Scientia Agrária**, Curitiba-PR, v. 9, n. 4, p. 475-480, 2008.

GARCIA, K. G. V. et al. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) no desenvolvimento de portaenxertos de cajueiro. **Biosfera**, Goiânia, v. 18, n. 10, p. 1706-1715, 2014.

GUIMARÃES, I. P. et al. Avaliação do efeito do uso do extrato de alga (raiza[®]) no desenvolvimento de mudas de mamão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 1, p. 312-320, 2012.

HAFLE, O. C. et al. Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e Lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31 n. 15, p. 245-251, 2009.

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

JANDEL SCIENTIFIC. **Table Curve 3.0**: curve fitting software. Corte Madera, 1992.

KOYAMA, R. et al. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 4, p. 282-287, 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MELO, J. K. H. **AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE TAMARINDEIRO (*Tamarindus indica* L.)**. 2008. 69f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitotecnia, Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2008.

NORRIE, J. (2008) - **Advances in the use of *Ascophyllum nodosum* seaplant extracts for crop production**. Laboratory and Field Research. Disponível em: <<http://www.fluidfertilizer.com/>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

OLIVEIRA, L. A. A. et al. Uso do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 01-04, 2011.

SILVA, M. B. R.; BATISTA, R. C.; LIMA, V. L. A.; BARBOSA, E. M.; BARBOSA, M. F. N. Crescimento de plantas jovens da espécie florestal Favela (*Cnidoculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm) em diferentes níveis de salinidade da água. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 2, 2005.

SILVA, T. P. **Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas**. 2011. 123f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 2011.

SILVA, C. C. et al. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 2, n. 39, p. 234-241, 2016.

SOUZA, J. M. A. et al. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento inicial de plântulas do porta-enxerto cítrico tangerineira 'Cleópatra'. **Scientia Plena**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2013.

STIRK, W. A.; NOVAK, O.; STRNAD, M.; VAN STADEN, J. Cytokinins in macroalgae. **Plant Growth Regulation**, v. 41, n. 1, p. 13-24, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TEIXEIRA, N. T. NPK com algas é novidade. **Revista Campo e Negócios**. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/antiores/201209/index.php>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

CAPÍTULO II

ÁGUA RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA E BIOESTIMULANTE NATURAL DE
ALGAS MARINHAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO

RESUMO

CARDOSO NETO, Raulino. **ÁGUA RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA E BIOESTIMULANTE NATURAL DE ALGAS MARINHAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TAMARINDEIRO** 2017. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2017.

A água residuária da piscicultura vem sendo utilizada para irrigação e tem sido testada na produção de mudas, podendo ser uma alternativa sustentável e econômica em meio à crise hídrica. O uso de bioestimulantes de algas marinhas para fertilização em frutíferas vem sendo estudado por diversos autores, e estes vêm encontrando excelente potencial e resultados na produção de mudas de qualidade. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) irrigado com água residuária da piscicultura e fertilizado com bioestimulante natural de algas marinhas. O trabalho foi realizado, no período de maio a outubro de 2016, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Leste, em Mossoró-RN. As sementes utilizadas no plantio das mudas foram provenientes de frutos sadios e maduros de uma planta de tamarindeiro localizada no Pomar Didático da UFERSA. A água utilizada para irrigação das mudas de tamarindeiro foi retirada do setor de piscicultura, localizado na Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Campus Leste, em Mossoró-RN. O bioestimulante utilizado na fertilização foi o extrato de algas marinhas da espécie *Ascophyllum nodosum*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições. O primeiro fator foi representado pela presença ou não de fertilização com bioestimulante e o segundo fator, pela concentração da água residuária da piscicultura (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Cada unidade experimental foi representada por cinco mudas, totalizando 200 plantas. Altas concentrações de água residuária da piscicultura promovem declínio nas seguintes características avaliadas: Número de Folhas, Comprimento da parte Aérea, Comprimento Total, Massa Seca do Sistema Radicular, Massa Seca da Parte Aérea, Massa Seca Total, Condutância Estomática e Transpiração. As concentrações utilizadas neste experimento (25%, 50%, 75% e 100%) de água residuária da piscicultura foram bastante elevadas, não permitindo se observar o efeito benéfico da água. Dessa forma, sugerimos que as próximas pesquisas sejam realizadas utilizando concentrações menores. A fertilização com bioestimulante da espécie *Ascophyllum nodosum* na dose de 4,0 ml L⁻¹ promove incrementos no diâmetro do colo, comprimento da parte aérea e no acúmulo de biomassa seca de mudas de tamarindeiro.

Palavras-chave: *Ascophyllum nodosum*. *Tamarindus indica* L. Fertilização.

ABSTRACT

CARDOSO NETO, Raulino. **WASTEWATER OF THE PSCICULTURE AND NATURAL BIO-STIMULATING OF SEAWEED IN THE PRODUCTION OF TAMARIND CHANGES**. 2017. 58f. Dissertation (Mester's degree in Agronomy: Phytotechny) – Federal Rural do Semi-arid University, Mossoró, 2017.

The wastewater from fish farming has been used for irrigation and has been tested in the production of seedlings, and can be a sustainable and economical alternative in the midst of the water crisis. The use of seaweed biostimulants for fruit fertilization has been studied by several authors, and these have found an excellent potential and results in the production of quality seedlings. Considering it, the objective of this work was to evaluate the production of tamarind seedlings irrigated with aquaculture water from the fish farm and fertilized with natural seaweed biostimulant. The work was carried out, from May to October 2016, at the Federal Rural Semi-Arid University (UFERSA), East Campus, in Mossoró-RN. The seeds used in the planting of the seedlings came from healthy and mature fruits of a tamarind plant located in the Didactic Orchard of UFERSA. The water used for irrigation of the tamarind seedlings was removed from the fish farming sector, located at the Federal Rural Semi-Arid University (UFERSA), East Campus, in Mossoró-RN. The biostimulant used in the fertilization was the seaweed extract of the species *A. nodosum*. The experimental design used was in randomized complete blocks (DBC) in a 2x5 factorial scheme, with four replications. The first factor was represented by the presence or not of fertilization with biostimulant and the second factor by the concentration of the residual water of the fish culture (0%, 25%, 50%, 75% and 100%). Each experimental unit was represented by five seedlings, totaling 200 plants. High concentrations of wastewater from fish farming promote decline in the following evaluated characteristics: Number of leaves, length of the aerial part, total length, dry mass of the root system, dry mass of the aerial part, total dry mass, stomatal conductance and transpiration. The concentrations used in this experiment (25%, 50%, 75% and 100%) of aquaculture water were very high, not allowing to observe the beneficial effect of water. In this way, we suggest that the next surveys be carried out using smaller concentrations. Biostimulant of *Ascophyllum nodosum*, at the dose of 4.0 ml L⁻¹, promotes increasing in lap diameter, shoot length and dry biomass accumulation of tamarind seedlings.

Keywords: *A. nodosum*. *Tamarindus indica* L. Fertilization.

1. INTRODUÇÃO

A etapa de produção de mudas é primordial para o sucesso futuro de um pomar de frutíferas. Mudas de qualidade são essenciais para o alcance da homogeneidade, rápido crescimento e precocidade de produção (FRANCO et al., 2006). De acordo com Góes et al., (2011), quando esta etapa é bem conduzida, tem-se uma atividade mais sustentável, com maior produtividade e menor custo, constituindo um dos principais fatores de sucesso de um pomar.

A água é um fator decisivo em qualquer atividade agrícola, não sendo diferente na produção de mudas. Tendo em vista a escassez desse recurso natural no semiárido nordestino e a necessidade de economizar e reutilizar água, alternativas estão sendo buscadas pelos pesquisadores para conviver com as condições adversas e tornar a agricultura mais sustentável. Dessa forma, a água residuária da piscicultura pode ser uma alternativa para a irrigação na produção de mudas, podendo complementar a adubação e sendo uma associação rentável em termos econômicos e ambientais. Sarig (1994) e Sandri (2003) mencionaram que a utilização de efluentes de viveiros de peixes reduz o custo da água e a quantidade de fertilizantes minerais sintéticos utilizados.

A água residuária dos viveiros de peixes tem sido utilizada para irrigação na produção de mudas de pimentão (NASCIMENTO et al., 2016), tomate (MEDEIROS et al., 2013) e de eucalipto (PAULUS et al., 2016), podendo ser uma alternativa sustentável e econômica em meio à crise hídrica. Esses autores encontraram resultados favoráveis, indicando a possibilidade da reutilização dessa água. No entanto, existe ainda grande demanda de conhecimentos técnicos e científicos, gerando demanda maior dos pesquisadores em buscar resultados concretos a respeito da reutilização desta água, principalmente a respeito das frutíferas, onde as pesquisas são incipientes.

Os bioestimulantes foram citados por Castro (2006) como misturas de biorreguladores ou mistura entre um ou mais biorreguladores com outros compostos de natureza química diferente, como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sais minerais, etc. No Brasil, embora o uso de algas marinhas nas culturas comerciais, de forma geral, encontre-se em plena expansão, há necessidade de informações mais precisas em relação à sua utilização adequada. O uso desses bioestimulantes naturais está cada vez mais se inserindo no cenário agrícola, o que se deve ao fato de estarem ganhando aceitação na agricultura orgânica, abrindo-se, dessa maneira, um leque para a economia.

De acordo com Stirket al. (2003), as algas marinhas sintetizam hormônios vegetais e existem produtos à base de extratos de macroalgas utilizados comercialmente como bioestimulantes para aumentar a produção agrícola. Como exemplo, pode-se mencionar os produtos comerciais à base de *Ascophyllum nodosum*, os quais, por exibirem ação semelhante aos hormônios vegetais, têm sido usados para aplicações foliares ou no solo, inclusive na agricultura orgânica.

Diversos autores estão estudando o uso de bioestimulantes e observando respostas positivas para o crescimento de mudas de frutíferas, como o mamão (HAFLE et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2012), tangerina (SOUSA et al., 2013), maracujá (OLIVEIRA et al., 2011) e morango (SILVA, 2011).

Os efeitos benéficos da aplicação de biofertilizantes têm sido comprovados em diversas culturas, no entanto, sua utilização na agricultura é bastante divergente, o que mostra a necessidade de novas pesquisas para melhor avaliar seus efeitos (KOYAMA et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de mudas de tamarindeiro irrigado com água residuária da piscicultura e fertilizado com bioestimulante natural de algas marinhas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado, no período de maio a outubro de 2016, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus leste, em Mossoró-RN.

O município de Mossoró está situado na latitude Sul 5° 11', longitude 37° 20' a oeste de Greenwich e com altitude de 18 m. O clima, segundo a classificação de Koppen, é 'BSWh' (muito seco, com estação de chuva no verão atrasando-se para o outono)(ESPÍNOLA SOBRINHO, 2011). A precipitação média anual está em torno de 673,9 mm, sendo os meses de fevereiro a maio o período mais úmido e de agosto a novembro o período mais seco.

2.2 VIVEIRO DE MUDAS

O experimento foi realizado no viveiro de mudas do Setor de Fruticultura da UFERSA. O mesmo foi construído no sentido leste-oeste, com as dimensões de 12 m de comprimento e 25 m de largura, perfazendo uma área de 300 m². Sua infraestrutura consta de piso de terra batida, revestimento de sombrite (cor preta) que permite a passagem de 50% da luz solar e estrutura de sustentação composta por hastes de aço galvanizado, medindo 2,80 m de altura.

2.3 MATERIAL PROPAGATIVO

As sementes utilizadas no plantio das mudas foram provenientes de frutos sadios e maduros de uma planta de tamarindeiro localizada no Pomar Didático da UFERSA. Primeiramente, foi retirada a casca de todos os frutos selecionados, que, em seguida, foram imersos em um recipiente com água por um período de 12 horas para facilitar a separação das sementes da polpa. Dando-se continuidade, as sementes foram lavadas sobre uma peneira de malha fina em água corrente e separadas dos resíduos de polpa e casca, onde foram selecionadas manualmente, eliminando-se as sementes pequenas e danificadas. Após a seleção das sementes, elas foram postas sobre um jornal para secar em local arejado e sombreado, por um período de um dia.

2.4 RECIPIENTE E SUBSTRATO

As mudas foram produzidas em sacos de polietileno preto com dimensões de 10 cm x 25 cm, com capacidade de (2.000ml) e perfurados na parte inferior para possibilitar a drenagem de água.

O substrato utilizado foi formulado com 30% de esterco bovino e 70% de solo, seguindo as recomendações de Melo (2008). Uma amostra de solo foi retirada para análise química (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do substrato utilizado na produção de mudas de tamarindeiro. Mossoró – RN. UFERSA, 2017.

Substrato	N	pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	CTC	V	m	PST
	g/kg	H ₂ O	“---	mg/dm ³	---“	“----	----	----	cmolc/dm ³	----	----	----“	“-	%	-“
Solo + Esterco	1,05	7,40	185,0	76,3	87,1	4,20	1,30	0,00	0,00	6,07	6,07	6,07	100	0	6

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA.

2.4 ÁGUA RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA E BIOESTIMULANTE NATURAL DE ALGAS MARINHAS

A água utilizada para irrigação das mudas de tamarindeiro foi retirada do setor de piscicultura, localizado na Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Campus leste, em Mossoró-RN. O fluido foi acondicionado em baldes de 100 L, nos quais, em seguida, foram feitas as diluições para a formulação dos tratamentos.

As análises das águas foram realizadas no laboratório de fertilidade do solo e nutrição de plantas, na UFERSA (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise química da água residuária da piscicultura, para fins de irrigação. UFERSA, Mossoró – RN, 2017.

Água Residuária	pH	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	N-NO ₃	RAS	Dureza	Cátions	Ânions
		dS/m	“-----	-----	-----	mmol/L	-----	-----	-----“	mg/L-		mg/L	mmol/L	mmol/L
0,0%	6,8	0,45	0,28	5,09	0,8	0,30	2,00	0,40	3,70	--	6,9	55	6,5	6,1
25%	6,60	2,30	0,49	9,49	6,40	5,00	12,00	0,00	3,30	--	4,0	570	21,40	15,30
50%	7,90	4,10	0,78	19,43	12,50	11,00	22,00	1,20	3,10	--	5,7	1175	43,70	26,30
75%	8,00	5,12	0,97	24,28	15,62	13,75	27,50	1,5	3,30	--	7,1	1468	54,62	32,87
100%	8,10	6,4	1,21	30,35	19,52	17,18	34,37	1,87	3,30	--	8,8	1835	68,27	41,08

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA.

O bioestimulante utilizado na fertilização foi o extrato de algas marinhas da espécie *Ascophyllum nodosum* [Acadian[®] (Agritech – Canadá)] composto por: N - 8,12g L⁻¹; P - 6,82g L⁻¹; K - 12,00g L⁻¹; Ca - 1,60g L⁻¹; Mg - 2,03g L⁻¹; S - 8,16 g L⁻¹; B - 5,74g L⁻¹; Cu - 13,60g L⁻¹; Fe - 11,5g L⁻¹; Mn - 0,04g L⁻¹; Zn - 24,40g L⁻¹ e Na – 2.0g L⁻¹; hidróxido de potássio, com 61,48 g L⁻¹ de K₂O solúvel em água; 69,60 g L⁻¹ de carbono orgânico total (ACADIAM, 2015).

2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições. O primeiro fator foi representado pela presença ou não de fertilização com bioestimulante e o segundo fator, pela concentração da água residuária da piscicultura (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Cada unidade experimental foi representada por cinco mudas, totalizando 200 plantas.

2.7 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Os substratos foram preparados nas devidas proporções e os recipientes foram preenchidos manualmente e conduzidos para o viveiro de mudas. A semeadura foi realizada em 24 de maio de 2016, em bandejas de 128 células, transplantadas para os sacos de polietileno aos 30 dias após a semeadura. A aplicação dos tratamentos iniciou-se sete dias após o transplante.

As lâminas de água residuária (100 ml), referente aos tratamentos nas suas devidas concentrações, foram aplicadas diariamente logo após o transplante para os sacos de polietileno.

A dose (4,0 ml L⁻¹) do bioestimulante foi aplicada a cada sete dias, sendo o extrato aplicado com uma seringa, despejando 15 ml da solução no colo de cada planta até o término do experimento.

2.8 VARIÁVEIS ANALISADAS

2.8 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Aos 120 dias após o transplante (DAT), foram realizadas análises das características morfológicas e fisiológicas das mudas.

2.8.1 Características Morfológicas

a) Número de Folhas por planta (NF)

A contagem de folhas foi realizada por contagem direta, partindo-se da folha basal até a última aberta.

b) Diâmetro do Colo (DC)

A análise foi realizada utilizando um paquímetro digital, aferido em milímetros.

c) Comprimento da parte aérea (CPA)

A altura da muda foi determinada utilizando-se uma régua graduada em centímetros, medindo-se a distância entre o colo e o ápice da planta.

d) Comprimento do sistema radicular (CSR)

As plantas foram cuidadosamente retiradas dos sacos de polietileno para realizar a medida da raiz. Foi utilizada uma régua graduada em centímetros, medindo a distância do colo até a extremidade da raiz principal.

e) Comprimento total (CT)

Parâmetro aferido através da soma do comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CSR).

f) Massa Seca da Parte Aérea (MSPA)

Para determinação da MSPA, as plantas foram retiradas dos recipientes e lavadas em água corrente. Posteriormente, separou-se a parte aérea do sistema radicular através de um corte na região do colo. Em seguida, as amostras foram

acondicionadas em sacos de papel, etiquetadas e colocadas em estufa a 65°C, com circulação forçada de ar até alcançarem peso constante. Depois, as amostras foram pesadas em balança eletrônica, sem o saco de papel, sendo o peso expresso em gramas (MALAVOLTA et al., 1997).

g) Massa Seca do Sistema Radicular (MSSR)

O sistema radicular foi separado da parte aérea, lavada para retirada de resíduos do substrato e acondicionado em saco de papel. Em seguida, foram levados para estufa a 65°C para a secagem, até atingirem peso constante, procedendo, em seguida, à pesagem em balança analítica, sendo o peso expresso em gramas.

h) Massa Seca Total (MST)

Medida aferida através da soma da massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca do sistema radicular (MSSR).

2.8.2 Variáveis fisiológicas

2.8.2.1 Trocas gasosas

As variáveis foram analisadas com o auxílio de um leitor de gases no infravermelho LI-6400 (LI-COR Biosciences), sendo as seguintes características avaliadas: fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$), condutância estomática ($\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância, usando-se o *software* SISVAR, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011). As médias foram comparadas a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey, quando o valor do teste F, na análise de variância for significativo. Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância antes da realização das análises estatísticas (BARTLETT, 1937). Os efeitos das doses de bioestimulantes foram avaliados também via análise de regressão usando-se o *software* Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC,

1992). As equações de regressão foram escolhidas com base nos seguintes critérios: explicação biológica do fenômeno, simplicidade da equação e teste dos parâmetros da equação pelo teste t, de Student, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre as concentrações de água residuária e a aplicação ou não de bioestimulante para todas as variáveis analisadas (Diâmetro do Colo, Número de Folhas, Comprimento do Sistema Radicular, Comprimento da Parte Aérea, Comprimento Total, Massa Seca do Sistema Radicular, Massa Seca da Parte Aérea, Massa Seca Total, Fotossíntese, Condutância Estomática, e Transpiração) (Tabela. 3 Tabela. 4). Para as variáveis Comprimento do Sistema Radicular e Fotossíntese Líquida, os tratamentos não foram significativos ao nível de 5% de probabilidade. As concentrações de água residuária foram significativas ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis: Número de Folhas, Comprimento da Parte Aérea, Comprimento Total, Massa Seca da Parte Aérea, Massa Seca Total e Condutância Estomática e ao nível de 5% de probabilidade para a Transpiração. A aplicação ou não de Bioestimulante foi significativa ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis: Massa Seca da Parte Aérea e Massa Seca Total, e ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis: Diâmetro do Colo e Comprimento da Parte Aérea. As médias das variáveis para a aplicação ou não de bioestimulante podem ser comparadas nas tabelas 5 e 6.

Tabela. 3 - Resumo das análises de variância dos dados de Diâmetro do Colo (DC), Número de Folhas (NF), Comprimento do Sistema Radicular (CSR) e Massa Seca do Sistema Radicular (MSSR) de mudas de Tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária e a aplicação ou não de bioestimulante. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios					
		DC	NF	CSR	CPA	CT	MSSR
Blocos	3	2,32 ^{ns}	39,17 [*]	6,49 ^{ns}	281,65 ^{**}	289,02 ^{**}	1,10 ^{**}
Água Residuária	4	0,12 ^{ns}	46,02 ^{**}	5,06 ^{ns}	150,12 ^{**}	176,58 ^{**}	0,47 ^{ns}
(A)							
Bioestimulantes (B)	1	0,43 [*]	12,81 ^{ns}	4,09 ^{ns}	162,61 [*]	129,09 ^{ns}	0,39 ^{ns}
A x B	4	0,07 ^{ns}	2,99 ^{ns}	10,88 ^{ns}	12,14 ^{ns}	31,01 ^{ns}	0,51 ^{ns}
Resíduo	27	0,07	10,12	9,59	29,57	45,16	1,75
CV (%)		5,50	14,47	11,50	11,69	9,16	23,09
Média geral		4,89	21,99	26,93	46,50	73,34	2,19

^{ns}, *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela. 4 - Resumo das análises de variância dos dados de Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca Total (MST), Fotossíntese Líquida (A), Condutância Estomática (gs) e Transpiração (E) de mudas de Tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária e a aplicação ou não de bioestimulante. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		MSPA	MST	A	gs	E
Blocos	3	2,58 ^{**}	6,86 ^{**}	1,12 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Água Residuária (A)	4	1,93 ^{**}	4,22 ^{**}	4,27 ^{ns}	0,00017 ^{**}	0,19 [*]
Bioestimulantes (B)	1	20,79 ^{**}	26,90 ^{**}	0,00 ^{ns}	0,00014 ^{ns}	0,21 ^{ns}
A x B	4	0,17 ^{ns}	0,57 ^{ns}	8,82 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Resíduo	27	0,37	1,08	4,28	0,00003	0,06
CV (%)		12,40	14,55	27,60	33,27	39,91
Média geral		4,95	7,15	7,49	0,018	0,63

^{ns}, *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela. 5 - Diâmetro do colo (DC), número de folhas (NF) comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento da parte aérea (CPA), Comprimento total (CT), e massa seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de tamarindeiro submetidas à aplicação ou não de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Bioestimulantes	DC	NF	CSR	CPA	CT	MSSR
	cm	folha planta ⁻¹	Cm	Cm	cm	g planta ⁻¹
Com	4,99 a	22,56 a	26,61 a	48,52 a	75,13 a	2,29 a
Sem	4,79 b	21,43 a	27,25 a	44,49 b	71,54 a	2,09 a
CV(%)	5,5	14,47	11,50	11,69	9,16	23,09

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela. 6 - Tabela 1 - Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E) de mudas de tamarindeiro submetidas à aplicação ou não de bioestimulantes. UFERSA, Mossoró-RN, 2017.

Bioestimulantes	MSPA	MST	A	Gs	E
	g planta ⁻¹	g planta ⁻¹	μmol CO ₂ m ⁻²	μmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹	mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹
Com	5,67 a	7,97 a	7,50 a	0,01 a	0,56 a
Sem	4,23 b	6,33 b	7,48 a	0,02 a	0,71 a
CV(%)	12,40	14,55	27,60	33,27	39,91

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Não houve ajuste de função de resposta para o Diâmetro do colo. A concentração de água residuária não influenciou essa variável nas mudas de tamarindeiro. No entanto, os tratamentos nos quais se aplicou bioestimulante apresentaram valores superiores na ordem de 4% em relação aos tratamentos onde não se aplicou bioestimulante, o que pode ser explicado pelo fato de a composição do extrato de algas que apresentam nutrientes e fitohormônios (citocininas, giberelinas) poderem ter interagido na divisão e alongamento celular das mudas de tamarindeiro.

Lima Neto et al. (2015) trabalharam com água salina em mudas de tamarindeiro, com condutividade elétrica variando de 0,5 a 6,0 dS m⁻¹, verificando declínio no diâmetro caulinar na medida em que se aumentou o nível salino da água. Esses resultados divergem do encontrado nesse trabalho, onde o aumento da condutividade elétrica, que foram valores aproximados aos dos autores citados, não influenciou no diâmetro do colo das mudas de tamarindeiro.

O maior valor encontrado para Número de Folhas foi de 25,01 Folhas planta⁻¹ na concentração de 1,77% de água residuária e o menor valor foi de 18,9 Folhas planta⁻¹ na

concentração de 100% da água residuária (Figura 1), representando um declínio na ordem de 24,4%.

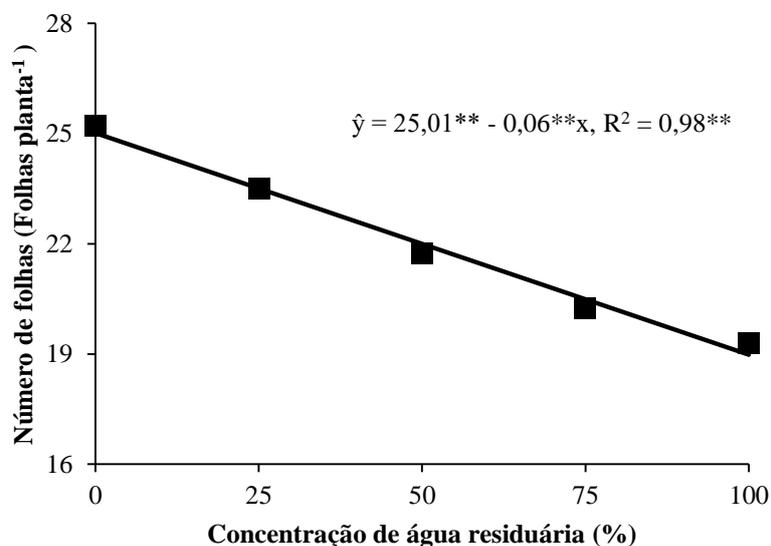


Figura 1 - Número de Folhas de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN, 2017.

As folhas são órgãos muito sensíveis que, em meio a condições salinas adversas, sofrem redução em tamanho e número (GEBAUER et al., 2004; MEDEIROS et al., 2011), resultando em menor área foliar (HARDIKAR; PANDEY, 2011) e, com efeito, perdas da atividade da clorofila e fotossíntese em mudas de tamarindeiro (OLIVA et al., 2008; HUNSHE et al., 2010). Em meio a essas condições, ocorre a redução do número de folhas, que é provocada pela abscisão, em virtude da senescência precoce causada pela ação tóxica do excesso de sais na água de irrigação (TAIZ; ZEIGER, 2013). Dessa forma, pode-se inferir que o aumento das concentrações dos tratamentos provocou a redução do número de folhas.

Os maiores valores encontrados para o Comprimento da Parte Aérea e Comprimento Total foram de 58,48 e 79,88 cm na concentração de 1,77% de água residuária e o menor valor foi de 42,12 e 68,97 cm na concentração de 100% da água residuária (Figura 2 e Figura 3), representando um declínio na ordem de 28 e 13,8%, respectivamente.

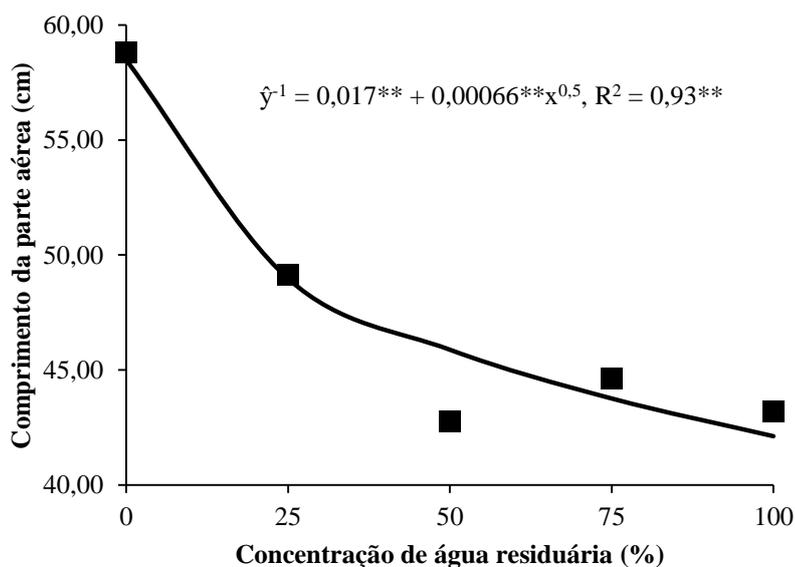


Figura 2 - Comprimento da parte aérea de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. UFERSA, Mossoró – RN, 2017.

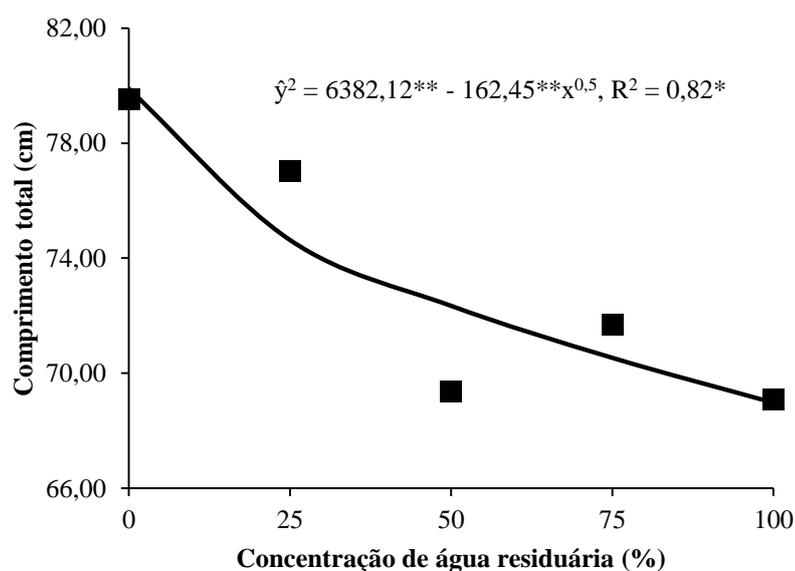


Figura 3 – Comprimento total de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. UFERSA, Mossoró – RN, 2017.

Nota-se que na medida em que se aumentou a concentração da água residuária, o Comprimento da Parte Aérea e o Comprimento Total das mudas de tamarindeiro despencaram. Isso pode ser explicado pelo fato de a elevação da condutividade elétrica da água, que afetou diretamente seu crescimento. Lima et al. (2015) trabalharam com condutividades elétricas parecidas (0,5 a 6,0 dS m⁻¹) na produção de mudas de tamarindeiro, verificando comportamento semelhante, havendo redução da altura das mudas quando se aumentou a condutividade elétrica da água. Mesquita et al. (2015)

trabalharam com condutividades elétricas variando de 0,5 a 6,0 dS m⁻¹ no desenvolvimento de mudas de nim (*Azadirachta indica* L.), verificando que o aumento da salinidade da água prejudicou os atributos morfológicos das mudas.

A aplicação de bioestimulante na dose de 4,0 ml L⁻¹ foi benéfica ao Comprimento da Parte Aérea, sendo 8,3% superior à não aplicação de bioestimulante. Não houve efeito da aplicação de bioestimulante para o Comprimento Total, como pode ser verificado na tabela 6. Almeida et al. (2015) verificaram incremento de 10,68% na dose de 6,0 ml L⁻¹ no crescimento de mudas de romã, trabalhando com o bioestimulante à base de *A. nodosum*. Oliveira et al. (2011), testando doses do composto a base de *A. nodosum* na produção de mudas de maracujazeiro, observaram melhor crescimento das plantas na dosagem 3,67 ml L⁻¹, valor aproximado ao encontrado nesse trabalho.

Os maiores pesos encontrados de Massa Seca do Sistema Radicular, Massa Seca da Parte Aérea e Massa Seca Total foram de 2,5, 5,74 e 8,30 g planta⁻¹ na concentração de 1,77% de água residuária e os menores pesos foram de 2,0, 4,51 e 6,52 g planta⁻¹ na concentração de 100% da água residuária (Figura 4, Figura 5 e Figura. 6), representando um declínio na ordem de 20% para a Massa Seca do Sistema Radicular e 21,4% para as duas variáveis seguintes.

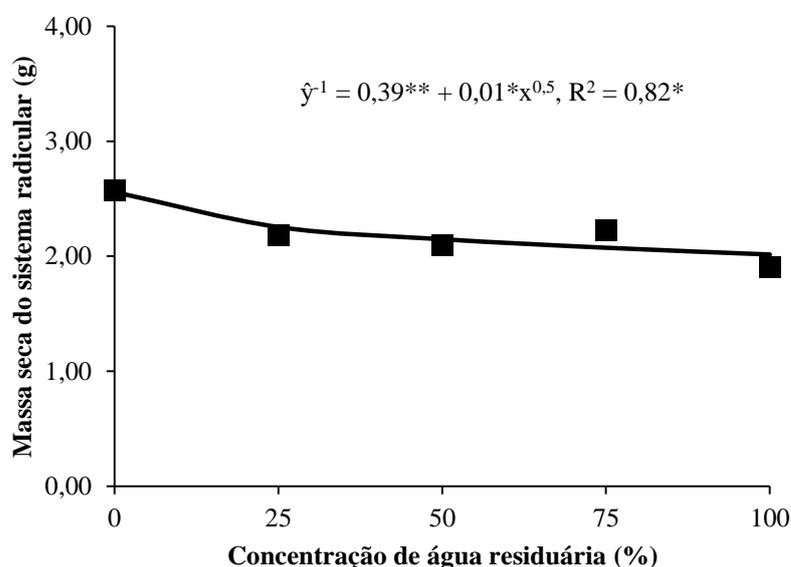


Figura 4 - Massa Seca do Sistema Radicular de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN. UFERSA, 2017.

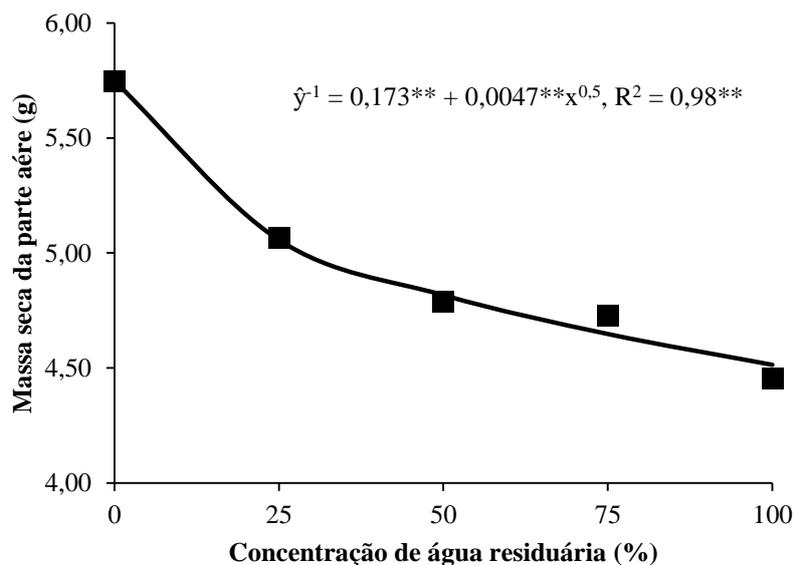


Figura 5 – Massa Seca da Parte Aérea de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN. UFERSA, 2017.

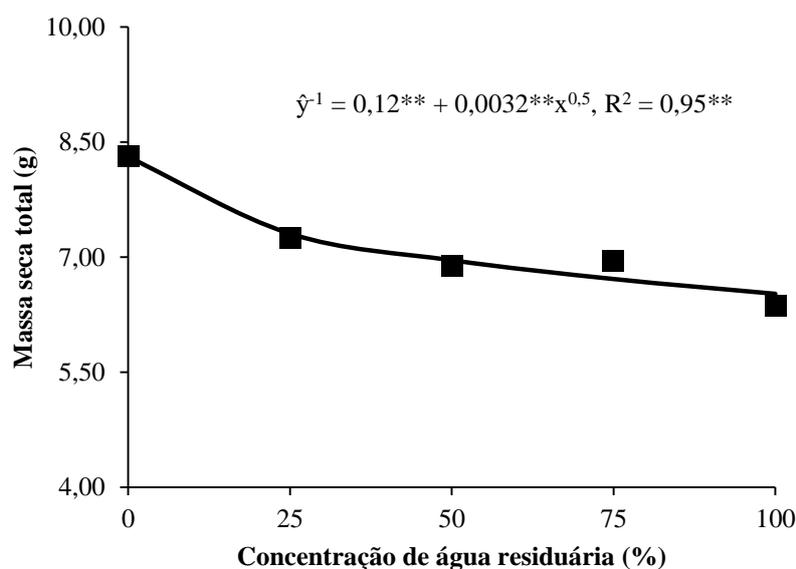


Figura. 6 – Massa Seca Total de mudas de tamarindeiro submetida a concentrações de água residuária. Mossoró – RN. UFERSA, 2017.

Podem ser observados nos gráficos acima comportamentos semelhantes com o aumento das concentrações de água residuária, nota-se um declínio no acúmulo de biomassa seca das mudas de tamarindeiro na medida em que as concentrações aumentaram.

Lima et al. (2015), que trabalharam na produção de mudas de tamarindeiro utilizando água com condutividades elétricas variando de 0,5 a 6,0 dS m⁻¹, e Mesquita et al. (2015), que trabalharam com condutividades elétricas variando de 0,5 a 6,0 dS m⁻¹

no desenvolvimento de mudas de nim (*Azadirachta indica* L.), verificaram decréscimo no acúmulo de biomassa seca dessas culturas, resultados semelhantes aos verificados neste trabalho.

Nos tratamentos onde se aplicou bioestimulante, não houve significância para Massa Seca do Sistema Radicular. No entanto, houve superioridade de 25,4 e 20,6% para a Massa Seca da Parte aérea e Massa Seca Total, mostrando efeito positivo para essas variáveis, como pode ser verificado na Tabela 1. A aplicação de bioestimulante à base de *A. nodosum* foi benéfica na produção de mudas de araticum-do-brejo e maracujazeiro na dose de 2,0 ml L⁻¹: quando a dose foi aumentada, ocorreu efeito depressivo para essas culturas (SILVA et al., 2015; GARCIA et al., 2014), resultados divergentes do encontrado neste trabalho, no qual a dose de 4,0 ml L⁻¹ promoveu incrementos para essas variáveis.

Os maiores valores encontrados para a Condutância Estomática e Transpiração foram de 0,025 mol H₂O m⁻² s⁻¹ e 0,881 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ na concentração de 1,77% de água residuária e os menores foram de 0,015 mol H₂O m⁻² s⁻¹ e 0,53 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ na concentração de 100% da água residuária, representando um declínio na ordem de 40 e 39,8% (Figura. 7 e Figura. 8).

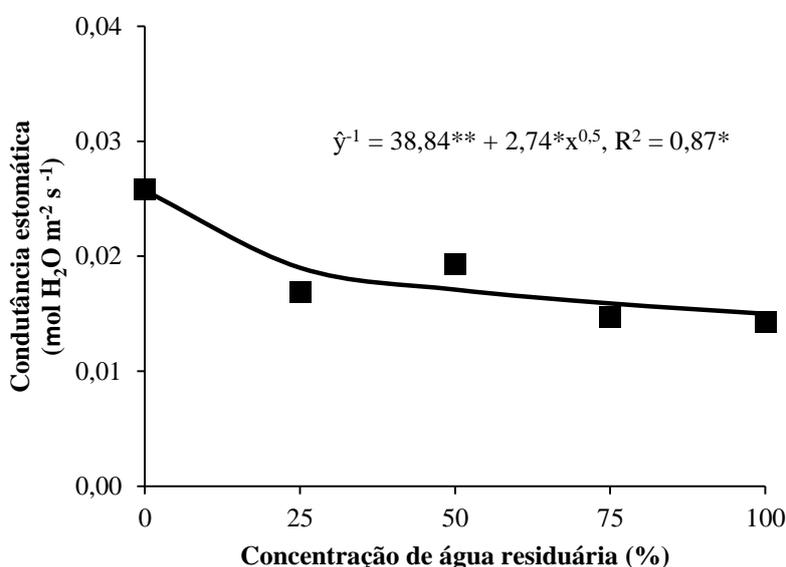


Figura. 7 – Condutância estomática de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN. UFERSA, 2017.

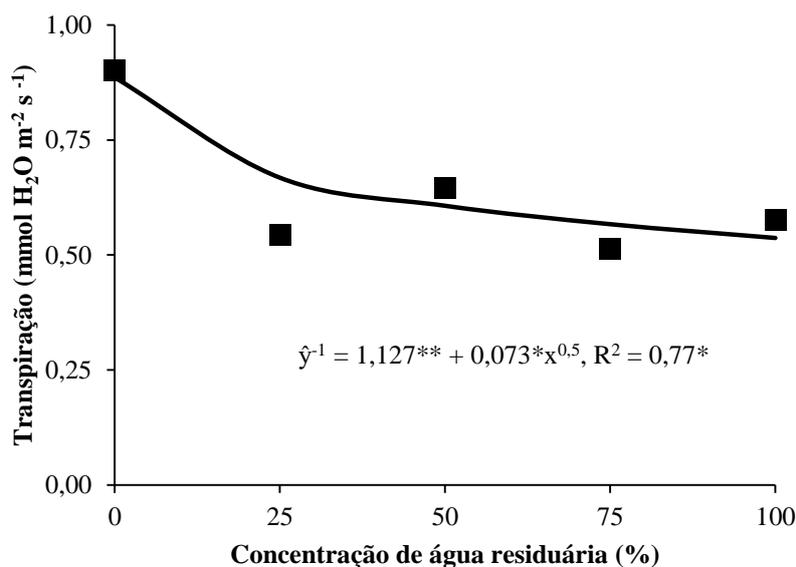


Figura. 8 – Transpiração de mudas de tamarindeiro submetidas a concentrações de água residuária. Mossoró – RN. UFERSA, 2017.

Com o aumento da concentração da água residuária da piscicultura, houve aumento na condutividade elétrica da água e provavelmente se criou uma condição de estresse salino para as mudas de tamarindeiro. De acordo com Taiz e Zeiger (2013), com a salinidade o potencial hídrico do solo apresenta números cada vez mais negativos, o que vem a acarretar um retardamento na expansão celular, onde a redução no crescimento da folha é o primeiro sintoma aparente, seguido pelo fechamento dos estômatos como um mecanismo de aclimação ao estresse salino, reduzindo a quantidade de água transpirada.

Não houve ajuste de função de resposta para a Fotossíntese Líquida e o valor médio encontrado foi de $7,5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. A aplicação de bioestimulante não foi significativa. Verificou-se que a água residuária não foi significativa ao nível de 5% de probabilidade para a taxa fotossintética das mudas de tamarindeiro. Apesar disso, houve tendência à redução do montante da taxa fotossintética das plantas que receberam os tratamentos com as maiores concentrações de água residuária, isso se explica graças à redução do número de folhas e da área foliar em virtude da condição de estresse salino. A leitura da Fotossíntese Líquida é feita por área foliar. Logo, se temos redução no número de folhas e na área foliar, a taxa fotossintética final das plantas é menor.

4. CONCLUSÕES

Em virtude da alta salinidade, a água residuária da piscicultura promoveu declínio nas seguintes características avaliadas: Número de Folhas, Comprimento da parte Aérea, Comprimento Total, Massa Seca do Sistema Radicular, Massa Seca da Parte Aérea, Massa Seca Total, Condutância Estomática e Transpiração.

As concentrações utilizadas neste experimento (25%, 50%, 75% e 100%) de água residuária da piscicultura foram bastante elevadas, não permitindo se observar o efeito benéfico da água. Dessa forma, sugerimos que as próximas pesquisas sejam realizadas utilizando concentrações menores.

A fertilização com bioestimulante da espécie *A. nodosum* na dose de 4,0 ml L⁻¹ promove incrementos no diâmetro do colo, comprimento da parte aérea e no acúmulo de biomassa seca de mudas de tamarindeiro.

5. REFERÊNCIAS

ACADIAN AGRITECH (2009) - Ciência das Plantas (Site Institucional). Disponível em: <<http://www.acadianagritech.ca/portuguese/PSansA.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

ALMEIDA, J. P. N. et al. UTILIZAÇÃO DE EXTRATOS DE ALGAS MARINHAS NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ROMÃZEIRAS. In: OLIVEIRA, A. M. et al. **Coleção Agroecologia e Meio Ambiente no Semiárido: Produção Orgânica no Semiárido**. Mossoró: Edufersa, 2016. p. 1316-1324.

AMORIM, A. V. et al. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 1, n. 41, p. 113-121, 2010.

BARTLETT, M. S. Some examples of statistical methods of research in agriculture and 1693 applied biology. **Journal of the Royal Statistical Society**, Malden, v. 4, n. 1, p. 137-183, 1937.

ESPÍNOLA SOBRINHO, J. ; PEREIRA, V. C.; OLIVEIRA, A. D.; SANTOS, W. O.; SILVA, N. K. C.; MANIÇOBA, R. M. **Climatologia da precipitação no município de Mossoró - RN**. Período: 1900-2010. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Guarapari – ES, 2011.

CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq, 2006.

FERREIRA, E. A.; MENDONÇA, V.; SOUZA, H. A.; RAMOS, J. D. Adubação fosfatada e potássica na formação de mudas de tamarindeiro. **Scientia Agrária**, Curitiba-PR, v. 9, n. 4, p. 475-480, 2008.

FRANCO, C. F. **Marcha de absorção de macronutrientes e de micronutrientes em mudas de goiabeira Paluma e século XXI**. 2006. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal-SP, 2006.

GEBAUER, J.; EL-SIDDIG, K.; SALIHC, A. A.; EBERT, G. *Tamarindus indica* L. seedlings are moderately salt tolerant when exposed to NaCl - induced salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 103, n. 1, p. 1-8, 2004.

GÓES, G. B.; DANTAS, D. J.; ARAÚJO, W. B. M.; MELO, I. G. C.; MENDONÇA, V. Utilização de húmus de minhoca como substrato na produção de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde**, Mossoró-RN, v. 6, n. 4, p. 125-131, 2011.

GUIMARÃES, I. P. et al. Avaliação do efeito do uso do extrato de alga (raiza[®]) no desenvolvimento de mudas de mamão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 1, p. 312-320, 2012.

HAFLE, O. C. et al. Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e Lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31 n. 15, p. 245-251, 2009.

HARDIKAR, S. A.; PANDEY, A. N. Growth, water status, and nutrient accumulation of seedlings of *Tamarindus indica* Linn. in response to soil salinity. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 42, n. 14, p. 1675-1691, 2011.

HUNSCHE, M.; BÜRLING, K.; SAIED, A. S.; SCHMITZ-EIBERGER, M.; SOHAIL, M.; GEBAUER, J.; NOGA, G.; BUERKERT, A. Effects of NaCl on surface properties, chlorophyll fluorescence and light remission, and cellular compounds of *Grewia Tenax* (Forssk.) Fiori and *Tamarindus indica* L. leaves. **Plant Growth Regulation**, Berlin, v. 61, n. 3, p. 253-263, 2010.

JANDEL SCIENTIFIC. **Table Curve 3.0: curve fitting software**. Corte Madera, 1992.

KOMUTARIN, T.; AZADI, S.; BUTTERWORTH, L.; KEIL, D.; CHITSOMBOON, B.; SUTTAJIT, M.; MEADE, B. J. Extract of the seed coat of *Tamarindus indica* inhibits nitric oxide production by murine macrophages in vitro and in vivo. **Food and Chemical Toxicology**, v. 42, p. 649-658, 2004.

KOYAMA, R. et al. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 4, p. 282-287, 2012.

LIMA NETO, A. J. et al. Mudanças de tamarindeiro irrigadas com água salina em solo sem e com biofertilizantes. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p.730-744, 2015.

LOYOLA, N.; MUÑOZ, C. Effect of the biostimulant foliar addition of marine algae on, 'o'neal production. **Acta Horticulturae**, v. 810, n. 1, p. 709-722, 2009.

MEDEIROS, D. C. et al. Qualidade de mudas de tomate em função do substrato e irrigação com efluente de piscicultura. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 2, n. 8, p. 170-175, 2013.

MELO, J. K. H. **Avaliação de diferentes substratos na produção de porta-enxerto de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.)**. 2008. 69f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitotecnia, Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2008.

MESQUITA, F. O. et al. Formação de mudas de nim sob salinidade da água, biofertilizante e drenagem do solo. **Irriga**, Botucatu, v. 2, n. 20, p. 193-203, 2015.

NASCIMENTO, T. S. et al. Produção de mudas de pimentão irrigadas com efluentes de piscicultura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 449-459, fev. 2016. INOVAGRI.

OLIVA, M. A.; RINCÓN, R.; ZENTENO, E.; PINTO, A.; DENDOOVEN, L.; GUTIÉRREZ, F. Rol del vermicompost frente al estrés por cloruro de sódio en el crecimiento y fotosíntesis en plántulas de Tamarindo (*Tamarindus indica* L.). **Gayana Botánica**, Concepción, v. 65, n. 1, p. 10-17, 2008.

OLIVEIRA, A. R.; CARNEIRO, P. T.; GUERRA, H. O. C.; FERNANDES, P. D. Crescimento e conteúdo de nutrientes do cajueiro anão irrigado com águas salinas. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 181-195, 2009.

OLIVEIRA, L. A. A. et al. Uso do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, p. 01-04, 2011.

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FREITAS, R. S.; TOMAZ, M. A.; TEIXEIRA, I. R. Tamanho de recipientes e tipos de substratos na qualidade de mudas de tamarindo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 136-142, set. 2006.

PAULUS, D.; ZORZZI, I. C.; RANKRAPE, F. Água residuária de tilápia na produção de mudas de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 6., 2016, Ponta Grossa. Ponta Grossa: **Conbrepo**, 2016. p. 100 - 109. Disponível em: <aprepro.org.br/conbrepro/2016/down.php?id=1768&q=1>. Acesso em: 1º abr. 2017.

SANDRI, D. **Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita**. 2003. 186f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SARIG, S. The immigration for fish culture into general farm irrigation systems in Israel. *Bamidgeh1*, v. 36, p. 16-20, 1994.
Revista, cidade, v. 36, p. 16-20, 1994.

SILVA, T. P. **Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas**. 2011. 123f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 2011.

SOUZA, J. M. A et al. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento inicial de plântulas do porta-enxerto cítrico tangerineira 'Cleópatra'. **Scientia Plena**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2013.

STIRK, W. A.; NOVAK, O.; STRNAD, M.; VAN STADEN, J. Cytokinins in macroalgae. **Plant Growth Regulation**, Cidade, v. 41, p. 13-24, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TEIXEIRA, N. T. NPK com algas é novidade. **Revista Campo e Negócios**. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/antiores/201209/index.php>>. Acesso em: 15 jan. 2017.