

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE

ANNA PAULA MARQUES CARDOSO

**USO DO BIOESTIMULANTE À BASE DE ALGAS MARINHAS E ÁGUA
RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MULUNGU
(*ERYTHRINA VELUTINA* WILD) EM SOLO DE ÁREA DEGRADADA**

NATAL

2021

ANNA PAULA MARQUES CARDOSO

**USO DO BIOESTIMULANTE À BASE DE ALGAS MARINHAS E ÁGUA
RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MULUNGU
(*ERYTHRINA VELUTINA* WILD) EM SOLO DE ÁREA DEGRADADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, na linha de pesquisa Sustentabilidade e Gestão dos Recursos Naturais.

Orientadora: Profa. Dra. Fabíola Gomes de Carvalho.

Coorientadora: Profa. Dra. Karina Ribeiro.

NATAL

2021

Cardoso, Anna Paula Marques.

C268u Uso do bioestimulante à base de algas marinhas e água residuária de piscicultura na produção de mudas de Mulungu (*Erythrina velutina Wild*) em solo de área degradada / Anna Paula Marques Cardoso. – 2021.
51f: il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2021.

Orientadora: Dra. Fabíola Gomes de Carvalho.

Coorientadora: Dra. Karina Ribeiro.

1. Uso Sustentável de Recursos Naturais – Mestrado. 2. Bioestimulante vegetal – Algas marinhas. 3. Mulungu (*Erythrina velutina Wild*). 4. Piscicultura – Água residuária – Reuso. 5. Solo degradado. I. Carvalho, Fabíola Gomes de. II. Ribeiro, Karina. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. IV. Título.

CDU: 502.171

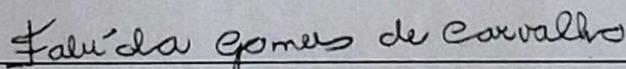
ANNA PAULA MARQUES CARDOSO

**USO DO BIOESTIMULANTE À BASE DE ALGAS MARINHAS E ÁGUA
RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MULUNGU
(*ERYTHRINA VELUTINA WILD*) EM SOLO DE ÁREA DEGRADADA**

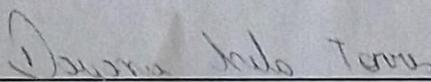
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, na linha de pesquisa Sustentabilidade e Gestão dos Recursos Naturais.

Dissertação apresentada e aprovada em 25/11/2021, pela seguinte Banca Examinadora:

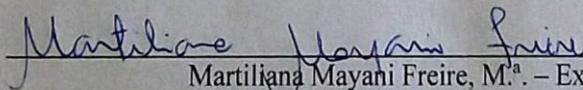
BANCA EXAMINADORA



Fabíola Gomes de Carvalho, Dr.^a – Presidente
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Dayana Melo Torres, Dra. – Examinadora interna
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Martiliana Mayahi Freire, M.^a. – Examinadora externa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

À minha família, que sempre esteve presente em todos os momentos de minha vida. Sem esse apoio seria impossível seguir adiante. Esta grande conquista é apenas a primeira de muitas que iremos conquistar juntos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus pela proteção, saúde, coragem e disposição para superar todas as dificuldades que aparecem ao longo de minha vida.

Aos meus pais Manoel Cardoso e Verônica Suely Marques, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando em minhas decisões. À minha irmã Emanuely Marques, pela força diária, pelo incentivo e apoio incondicional, na qual fez fortalecer minha caminhada no decorrer da minha vida. As minhas primas: Alice e Leticia e a minha tia Ivanilda. Família, obrigada por tudo!

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, e ao Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável dos Recursos Naturais pela oportunidade de obter o título de Mestre em Ciências Ambientais. A todos os professores que me auxiliaram no processo de aprendizagem e desenvolvimento que somaram ao meu crescimento pessoal e profissional. Aos colegas da turma 2018.2, em especial a Vanessa Abrantes, Missraym Gersica e Ivonildo Santos. Agradeço pela amizade e companheirismo formado;

A minha orientadora Dra. Sc. Fabíola Gomes de Carvalho pela compreensão, dedicação e apoio na realização do presente trabalho.

À professora Dra. Sc. Karina Ribeiro pela coorientação e contribuição para realização desse trabalho, que foi de suma importância;

Ao professor Dr. Sc. Apolino José Nogueira da Silva e ao professor Dr. Jean Leite Tavares pelas contribuições, que foram fundamentais na construção desse trabalho;

À M. Sc. Martiliana Freire e a Engenheira Agrônoma Jéssica Nobre, por toda contribuição no decorrer desse trabalho, muito obrigada, amigas!

Agradeço ao Programa de bolsa institucional do Programa de Pós-graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais – Mestrado Profissional (PPgUSRN) pelo apoio financeiro na realização da pesquisa;

À Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco e do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF), pela contribuição com as sementes de mulungu que foi essencial para realização da pesquisa.

Ao Laboratório de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura (LABPEC/UFRN-EAJ): meu MUITO OBRIGADA!

Aos trabalhadores da EAJ, por toda contribuição na instalação do experimento: Nando, Seu Aurino, Marcos e todos que colaboraram, GRATIDÃO!

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado somando com apoio e carinho:
Guthemberg Fernandes, Maiara Pinheiro, Jackson Araújo, Gabriela Lira, Kamila, Fabíola
Dutra, Thallyane Augusta, Raminny Weruska e Gleybson Rocha.

RESUMO

A água é um recurso natural cada vez mais escasso, principalmente na área agrícola, sendo um fator decisivo para a produção de mudas florestais destinadas à recuperação de áreas degradadas. A integração entre a aquicultura e a agricultura, a partir do reúso de água residuária de piscicultura, torna-se uma estratégia mais sustentável de uso e manutenção dos recursos hídricos, sobretudo para o cultivo de espécies nativas, como o Mulungu (*Erythrina velutina* Wild). O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o uso de bioestimulante à base de algas marinhas e diferentes doses de água residuária de piscicultura na produção de mudas de mulungu em solo de área degradada. O experimento foi conduzido no período de outubro a dezembro de 2020 na área de experimentação do grupo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura – LABPEC (EAJ/UFRN). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC) e para cada bloco do experimento foram aplicados oito tratamentos com quatro repetições, sendo estes correspondentes as combinações entre doses de bioestimulantes (0,0 ou 100g) e água residuária de piscicultura (ARP) aplicada na irrigação das plantas na forma concentrada ou diluída com água doce (AD) nas proporções ARP:AD (0:100; 50:50; 75:25 e 100:0). As seguintes variáveis foram analisadas: número de folhas, diâmetro do colo, altura da planta, comprimento da parte radicular, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e massa fresca do sistema radicular. Os resultados demonstraram que a adição do bioestimulante não promoveu o crescimento nas mudas de mulungu. Contudo, os tratamentos irrigados com 50% de água residuária de piscicultura proporcionaram um melhor desenvolvimento das mudas de mulungu sob as condições experimentais avaliadas.

Palavras-chave: *Erythrina velutina* wild; *Lithothamnium*; reúso; solo degradado.

ABSTRACT

Water is an increasingly scarce natural resource, especially in the agricultural area, being a decisive factor in the production of forest seedlings for the recovery of degraded areas. By integrating aquaculture with agriculture, from the reuse of fish farming wastewater, it has been a more sustainable strategy for the use and maintenance of water resources, especially for the cultivation of native species such as Mulungu (*Erythrina velutina* Wild). The objective of this research was to evaluate the use of marine algae biostimulants and different doses of fish farming wastewater in the production of mulungu seedlings in degraded area soil. The experiment was conducted from October to December 2020 in the experimentation area of the Research, Teaching and Extension in Shrimp Farming group – LABPEC (EAJ/UFRN). A randomized block design (DBC) was used and for each block of the experiment, eight treatments were applied with four replications, corresponding to the combinations between doses of biostimulants (0.0 or 100g) and fish farming wastewater (ARP) applied in the irrigation of plants in concentrated or diluted with sweetwater form in the proportions ARP:AD (0:100; 50:50; 75:25 and 100:0). The following variables were analyzed: number of leaves, stem diameter, plant height, root length, shoot fresh mass, shoot dry mass, root system dry mass and root system fresh mass. The results showed that the addition of the biostimulant did not promote growth in mulungu seedlings. However, treatments irrigated with 50% of fish farm wastewater provided a better development of mulungu seedlings under the experimental conditions evaluated.

Keywords: *Erythrina velutina* wild. *Lithothamnium*. reuse. degraded soil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Árvore e flor do Mulungu (<i>Erythrina velutina</i> Wild) (A, B)	18
Figura 2	– Localização da área de experimentação.....	23
Figura 3	– Sementes de mulungu utilizadas no experimento, UFRN-EAJ/Macaíba-RN.....	24
Figura 4	– Etapas da preparação dos tratamentos (A, B) e da semeadura em vasos (C), UFRN - EAJ/Macaíba-RN.....	25
Figura 5	– Croqui da área experimental.....	26
Figura 6	– Fontes de água utilizadas na irrigação do experimento: A. Água doce de açude armazenadas em caixas d'água e (B) Água residuária de tanque de piscicultura.....	28
Figura 7	– Altura da planta (cm) em função dos tratamentos com a aplicação de 0, 50, 75 e 100% de água residuária, em relação ao uso e não uso de bioestimulante. Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021.....	36
Figura 8	– Diâmetro em (mm) em relação aos tratamentos com a aplicação de 0, 50, 75 e 100% de água residuária (A), com o uso e não uso de bioestimulante (B). Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021.....	37
Figura 9	– Massa fresca da parte aérea (MFPA) em (g) em função dos tratamentos com a aplicação de 0, 50, 75 e 100% de água residuária (A), em relação ao uso e não uso de bioestimulante (B). Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021.....	38
Figura 10	– Massa seca da parte aérea (MSPA) em (g) em função em função dos tratamentos com a aplicação de 0, 50, 75 e 100% de água residuária. Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021.....	39
Figura 11	– Massa fresca do sistema radicular (MFSR) em (g) em função dos tratamentos com a aplicação de 0, 50, 75 e 100% de água residuária (A) e ao uso e não uso do bioestimulante (B). Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diretrizes para interpretação da qualidade da água para irrigação.....	22
Tabela 2 – Composição química do bioestimulante a base de alga marinha (<i>Lithothamnium</i> sp).....	25
Tabela 3 – Resultados da caracterização química e física do solo utilizado nesse estudo.....	30
Tabela 4 – Caracterização físico-química da água residuária de piscicultura e da água do açude.....	31
Tabela 5 – Resumo da análise de variância com os quadrados médios referindo-se as variáveis estudadas do referido trabalho. Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021.....	34
Tabela 6 – Diâmetro do colo (DM), Número de Folhas (NF), comprimento do sistema radicular (CSR), massa seca do sistema radicular (MSSR) nos tratamentos em estudo. UFRN, Macaíba-RN, 2021.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	JUSTIFICATIVA	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1	ÁREAS DEGRADADAS	16
4.2	CULTURA ESTUDADA (<i>Erythrina velutina</i> Wild)	17
4.3	BIOESTIMULANTES VEGETAIS	19
4.4	<i>LITHOTHAMNIUM CALCAREUM</i>	20
4.5	ÁGUA RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA	20
5	MATERIAIS E MÉTODOS	23
5.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	23
5.2	ESPÉCIE VEGETAL E MATERIAL PROPAGATIVO	24
5.3	PRODUÇÃO DE MUDAS	24
5.4	BIOESTIMULANTE	25
5.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	25
5.6	IRRIGAÇÃO DO EXPERIMENTO	27
5.7	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA	28
5.7.1	Análises químicas do solo	28
5.7.2	Análise física do solo	29
5.7.3	Análises físico-química da água residuária de piscicultura	30
5.8	PARÂMETROS DE DESENVOLVIMENTO VEGETAL ANALISADOS	31
5.8.1	Fase inicial de crescimento das mudas	31
5.8.1.1	Fase final de monitoramento das mudas	32
5.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA	33
6.0	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6.1.1	Altura de planta	35
6.1.2	Diâmetro do colo	36
6.1.3	Massa fresca da parte aérea	37

6.1.4	Massa seca da parte aérea	39
6.1.5	Massa fresca do sistema radicular	40
7	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	49
	APÊNDICE A – PRODUTO FINAL DA PESQUISA	51

1 INTRODUÇÃO

Área degradada refere-se a um ambiente que teve suas características originais alteradas, devido às atividades humanas ou aos intensos processos naturais, cujos danos estão além do limite de sua recuperação natural, exigindo, assim, a intervenção do homem para sua recuperação (SAMPAIO *et al.*, 2012). Ao se tentar recuperar uma área degradada é necessário compreender a necessidade de se restaurar a fertilidade do solo, a biodiversidade e o estímulo a dinâmica natural, de forma similar as características perdidas antes do processo de degradação. Por esse motivo, torna-se importante o planejamento de estratégias relacionadas a restauração de áreas degradadas (ALMEIDA *et al.*, 2017).

A partir desse cenário, determinadas espécies vegetais ganham importância em função do seu potencial para recuperação de áreas degradadas, podendo ser consideradas como uma alternativa sustentável para o semiárido (CAVALCANTE *et al.*, 2016). As leguminosas florestais nativas vêm sendo empregadas em áreas que sofreram alguma degradação por possuírem características desejáveis, como crescimento rápido, sistema radicular profuso, tolerância à acidez do solo e a estresse causa temperatura elevada (FRANCO; SOUTO, 1986).

O Mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) é uma espécie nativa da caatinga, que pode ser encontrada em diferentes regiões do país, comum em várzeas úmidas e margens de rios. É reconhecida a importância do mulungu, não apenas para reflorestamento, mas para outras modalidades de uso, como: paisagismo e medicina popular (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Diante dessa situação, nos últimos anos, houve um aumento na demanda de mudas de espécies nativas. Isto ocorre devido à necessidade de reflorestamento e/ou recomposição de áreas desmatadas de modo a minimizar os impactos ambientais e promover a manutenção da biodiversidade (FERNANDES *et al.*, 2000).

A água é um recurso natural cada vez mais escasso, devido ao grande consumo na produção agrícola, além de ser um fator decisivo na produção de mudas. Uma vez que as demandas de água potável estão se intensificando devido ao crescimento da população mundial, as águas residuárias e a água salobra estão sendo consideradas um recurso valioso na agricultura.

Desta forma, a integração da aquicultura com a agricultura é uma estratégia de reutilização mais sustentável dos recursos hídricos. Segundo Van der Hoek *et al.* (2002), os maiores benefícios do uso das águas residuárias para fins agrícolas residem na conservação da água disponível e na possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos) contribuindo para a preservação do meio ambiente,

sendo de grande importância para uma agricultura mais sustentável a busca por insumos agrícolas ecologicamente viáveis (SANTOS *et al.*, 2012).

O uso de bioestimulantes na agricultura e silvicultura, inclui a adição de substâncias e microrganismos aos substratos das mudas, cujo objetivo é favorecer o metabolismo vegetal estimulando o seu desenvolvimento (CALVO; NELSON; KLOEPPER, 2014). A sua aplicação diretamente sobre a planta ou na rizosfera pode contribuir para melhoria das propriedades físico-químicas do solo, na absorção, translocação e uso dos nutrientes pelas plantas, incluindo aumento de resistência a estresses abióticos, podendo ser usado nas diversas fases do desenvolvimento vegetal, desde a germinação até a maturidade (CALVO; NELSON; KLOEPPER, 2014; DU JARDIN, 2015).

O *Lithothamnium calcareum* é um bioestimulante derivado de algas marinhas calcárias, apresentando em sua composição carbonato de cálcio, magnésio e mais de 20 microelementos (DIAS, 2000). O *Lithothamnium* tem apresentado bons resultados na produção de mudas de frutíferas como maracujazeiro (MENDONÇA *et al.*, 2006; SOUZA *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2009), mamoeiro (HAFLE *et al.*, 2009; TEIXEIRA *et al.*, 2009), porta enxerto de tangerineira ‘cleópatra’ (CRUZ *et al.*, 2008) e citromelo ‘swingle’ (ARAÚJO *et al.*, 2007).

Em razão da problemática exposta, essa pesquisa visa criar informações teóricas e práticas, quanto ao uso do bioestimulante a base de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) e aproveitamento da água residuária de piscicultura na produção de espécies nativas para a cultura do mulungu. Objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar o uso de bioestimulante à base de algas marinhas e diferentes doses de água residuária de piscicultura na produção de mudas de mulungu em solo de área degradada.

2 OBJETIVOS

A seguir, serão apresentados o objetivo geral e específicos deste trabalho.

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o uso de bioestimulante à base de algas marinhas e diferentes doses de água residuária de piscicultura na produção de mudas de mulungu em solo de área degradada.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o efeito de diferentes doses (50%, 75% e 100%) de água residuária de piscicultura no crescimento de mudas de mulungu;
- b) Avaliar o efeito do uso do bioestimulante à base de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) na produção das mudas de mulungu;
- c) Analisar os parâmetros de desenvolvimento vegetal do mulungu (*Erythrina velutina* Wild.).

3 JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa se justifica pela necessidade de realização de estudos que desenvolvam estratégias eficientes para recuperação de áreas degradadas, servindo como base para a desenvolvimento e manutenção de plantas nativas, como a cultura do Mulungu.

Nessa perspectiva, torna-se primordial avaliar o uso do bioestimulante à base de algas marinhas e da água residuária de piscicultura para produção de mudas nativas, como tecnologias acessíveis e disponíveis no mercado a um baixo custo, para servir como um instrumento de viés econômico, social e ambiental, além de otimizar o uso eficiente dos recursos naturais, devido ao aporte de nutrientes e umidade as plantas presentes no reuso da água residuária, além dos benefícios na aplicação do bioestimulante, como a melhoria no estabelecimento das plantas e resistência a estresses bióticos e abióticos. No que diz respeito à utilização de espécies nativas da região, em geral, as mesmas são consideradas como as mais indicadas para a restauração de áreas degradadas, não só pela preservação das espécies regionais, mas também porque torna o ecossistema mais equilibrado e próximo do original. Assim, o mulungu foi escolhido por ser uma leguminosa, fixadora de nitrogênio no solo e por demonstrar alta tolerância ao estresse salino.

Esta pesquisa foi elaborada através dos requisitos propostos pelo Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais com foco no Uso Sustentável dos Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Considera-se então, que o uso do bioestimulante à base de algas marinhas e água residuária de piscicultura na produção de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild) possuem relevância na área de Ciências Ambientais, pois permitem aplicar os conhecimentos voltados ao uso sustentável de recursos naturais, vegetais e hídricos. Espera-se a partir dos resultados alcançados nesta pesquisa, se confeccionar um folder sobre a produção de mudas de mulungu para servir como um instrumento de apoio à recuperação ou restauração de ecossistemas degradados.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, são apresentados e discutidos os conceitos teoricamente fundamentais à realização desta pesquisa.

4.1 ÁREAS DEGRADADAS

As áreas degradadas estão relacionadas aos ecossistemas que sofreram alguma alteração, onde os fatores mais comuns de perturbações e degradações ambientais são as perdas ou excessos de retiradas da cobertura vegetal. (RODRIGUES *et al.*, 2006). As atividades antrópicas são uma das causadoras de degradação dos solos, através dos desmatamentos da vegetação natural, o cultivo agrícola intensivo que podem acelerar o processo de degradação ambiental, local.

O desmatamento causa a desertificação como também a redução da biodiversidade. A excessiva retirada da cobertura vegetal do solo, afeta quase que totalmente a fauna e a flora, deixando o ambiente desprotegido, permitindo que o solo fique exposto a agentes erosivos (ventos e chuvas) e, conseqüentemente, promovendo um aumento na temperatura, uma menor capacidade de armazenamento de água e um solo menos fértil (MENDES, 1994).

Ocorrendo os desmatamentos, o solo fica propício aos impactos da ação do vento e da chuva, ambos provocam os indícios de erosão, que pode ser considerado erosão hídrica e erosão eólica. Os processos erosivos são fenômenos que ocorrem naturalmente no meio ambiente, podem se originar de forma lenta ou gradual, intensificando no decorrer das mudanças no relevo e vegetação (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Corrêa e Melo (1998) afirmaram que não havendo recuperação do ambiente, diz-se que o mesmo está degradado e precisa de intervenções, no entanto, se ainda houver capacidade de regeneração, entende-se que o ambiente está perturbado e poderão interferir para acelerar o processo de recuperação. De acordo com Braga *et al.* (2005 p. 25),

O solo pode ser chamado de um manto superficial formado por rocha desagregada misturada com matéria orgânica em decomposição, contendo ainda, água e ar em proporções variáveis e organismos vivos, formados por alguns fatores contribuintes como microrganismos, vegetação, relevo e idade. Sua porção orgânica, composta em torno de 5% de matéria orgânica, exerce importante função na produção de húmus.

Em áreas degradadas o solo possui baixa fertilidade, devido à remoção de solo ou da vegetação o que poderá limitar o estabelecimento das plantas. Contudo, algumas leguminosas

vêm mostrando potenciais bastante satisfatórios na recuperação de áreas degradadas, devido à sua rusticidade, ciclagem de nutrientes, e uma eficiente fixação nitrogênio (FARIAS *et al.*, 1998). Nesse sentido, torna-se necessária a intervenção antrópica para auxiliar na recuperação das áreas degradadas e, com isso, a manutenção da qualidade ambiental.

Pensando na recuperação de áreas degradadas, é necessário soluções rápidas que forneçam condições suficientes para haver melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo, bem como alternativas que promovam adaptabilidade da espécie vegetal ao ambiente a ser recuperado (LIMA *et al.*, 2015).

São vários os métodos aplicados a recuperação de áreas, uma das usadas é a técnica de plantio que utiliza espécies leguminosas como alternativa à recuperação de áreas degradadas. As leguminosas possuem características de frutos em forma de vagem e, em geral, são espécies de rápido crescimento e, devido ao aporte de matéria orgânica folhosa que possuem incorporam quantidades de carbono e nutrientes no solo (LONGO; RIBEIRO; MELO, 2010).

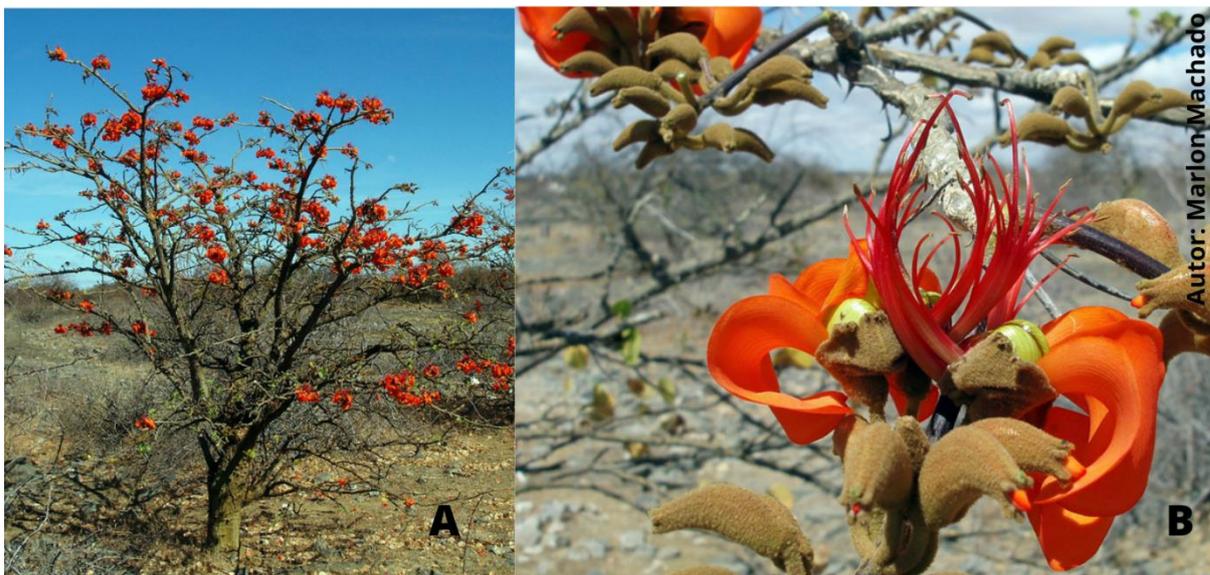
4.2 CULTURA ESTUDADA (*Erythrina velutina* Wild)

A *Erythrina velutina* Wild, é uma planta angiosperma da família Fabaceae, conhecida popularmente por mulungu, sendo uma árvore nativa da caatinga que ocorre no nordeste do Brasil, onde sua dispersão é crescente em subáreas úmidas das margens de rios. É uma espécie que possui diversos usos como: uso medicinal, madeireiro, artesanal, ornamental e como componente de sistemas agroflorestais (SANTOS *et al.*, 2013).

O nome *Erythrina* vem do grego erythros, que significa “vermelho”, em alusão à cor das flores; o epíteto específico *velutina* vem do latim, devido ao fato da folha apresentar indumento de pêlos macios e delicados. Seu nome vulgar mulungu vem do tupi, mussungú ou muzungú e do africano mulungu que tem significando “pandeiro”, talvez pela batida no seu tronco oco emitir som (CARVALHO, 2008).

O mulungu é uma árvore aculeada ou espinhenta, de comportamento decíduo de mudança foliar, apresentando um caule reto e levemente tortuoso. As árvores maiores atingem dimensões próximas a 15 m de altura. Suas folhas são compostas trifoliadas, sustentadas por pecíolo de 6 cm a 14 cm de comprimento; os folíolos são orbiculares, oval ou triangulares, de consistência cartácea, com a face ventral apenas pulverulenta e dorsal, de coloração verde clara revestida por densa pilosidade felpuda, medindo de 6 cm a 12 cm de comprimento por 5 cm a 14 cm de largura (CARVALHO, 2008).

Figura 1 – Árvore e flor do Mulungu (*Erythrina velutina* Wild) (A, B)



Fonte: Webambiente (2021).

Essa planta tem potencial paisagístico em arborização urbana, visto que, mostra uma grande exuberância com suas flores vermelho-vivo que atraem avifauna. É apontada para plantio em margens de corpos d'água, ruas, praças, avenidas, parques e jardins (MATOS; QUEIROZ, 2009). A produção de mudas pode ser realizada através de sementes, as quais apresentam dormência tegumentar, superada por escarificação para diminuir a desuniformidade e acelerar o processo germinativo da semente, e quando o objetivo é produção comercial de mudas de *Erythrina velutina*, a propagação por via assexuada pode ser mais importante que a propagação por meio de sementes, pois normalmente é mais rápida (XAVIER *et al.*, 2009).

Aderaldo *et al.* (2020), acreditam que, espécies adaptadas à seca e solos com altas concentrações de sais podem recuperar áreas degradadas presentes na região Nordeste. Desse modo, observou-se que a *Erythrina velutina* apresentou resultados de um crescimento moderado, podendo ser uma alternativa para a recuperação de áreas. A utilização da agricultura biossalina como fonte de irrigação na produção de espécies vegetais numa condutividade de até 6,78 dS.m⁻¹ não compromete o crescimento inicial de mudas de *Erythrina velutina*, *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma pyriformium* por até 60 dias. Portanto, o uso de águas residuárias pode ser uma alternativa para a produção de mudas de espécies nativas da Caatinga (DANTAS *et al.*, 2019).

4.3 BIOESTIMULANTES VEGETAIS

O uso de bioestimulantes vêm despertando o setor agrícola, em função do maior rendimento e otimização da cultura. Além de maximizar a qualidade do produto final e viabilizar a exploração agrícola sustentável. O emprego de fitoreguladores como técnica agrônômica para otimizar a produção em diversas culturas tem crescido nos últimos anos. Bioestimulantes vegetais são combinações de diferentes biorreguladores ou de biorreguladores e outras substâncias que, aplicadas exogenamente, possuem efeitos similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (CASTRO; VIEIRA, 2001). De acordo com Fernandes e Silva (2011, p. 148):

Esses efeitos são devidos, principalmente, ao fortalecimento da estrutura da planta (aperfeiçoa a eficiência dos insumos; aumenta a qualidade da planta; melhora na resistência ao estresse e aumenta a qualidade no beneficiamento do produto) e ao melhor desenvolvimento das raízes (maior crescimento lateral). Vários trabalhos na literatura demonstram que produtos à base de alga apresentam importantes funções na planta, das quais se destacam: a) atividade citocínica (aumento na divisão celular e mais controle do fruto); b) atividade auxínica (controle do crescimento do caule); atividade giberelínica (elasticidade e plasticidade da célula); betaínas (reduz estresses relacionados à água e rupturas) e manitol (agente quelante).

Os bioestimulantes podem ser obtidos de diferentes materiais orgânicos, materiais orgânicos complexos, elementos químicos benéficos, aminoácidos, sais inorgânicos, extratos de algas marinhas, e outras substâncias contendo N. Sua aplicação às plantas leva a um maior aproveitamento de nutrientes em seus tecidos e a mudanças metabólicas positivas. Por estes motivos, o desenvolvimento de novos bioestimulantes tornou-se um foco de interesse científico (NARDI *et al.*, 2016).

O modo de aplicação do bioestimulante, também pode interceder nas formas de aproveitamento dos hormônios pela cultura. A aplicação de bioestimulantes em sementes ou na fase inicial de seu desenvolvimento, possibilita maiores crescimentos radiculares, o que possibilita maior resistência das plantas a estresses bióticos e nutricionais, de modo que aumente a sua produção (DOURADO NETO *et al.*, 2014). Representando assim, uma tendência crescente para uso em agricultura sustentável.

4.4 *LITHOTHAMNIUM CALCAREUM*

Lithothamnion calcareum são algas calcárias da família Coralináceas. Estas algas apresentam características através da presença de precipitados de carbonato de cálcio e magnésio - cristais de calcita nas suas paredes celulares. Além desses dois componentes, essas

algas calcárias apresentam mais de 20 oligoelementos em quantidades variáveis, incluindo ferro, manganês, boro, níquel, cobre, zinco, molibdênio, selênio e estrôncio (DIAS, 2000; MELO; FURTINI NETO, 2003). A predominância do *Lithothamnium calcareum* é na plataforma continental brasileira desde o estado do Pará até o Rio Grande do Sul, sendo predominante nas regiões norte, nordeste e leste, mais precisamente do rio Pará até as proximidades de Cabo Frio (CAVALCANTI, 2011).

Os elementos Ca e Mg são essenciais à planta. O cálcio intercede na constituição das paredes celulares, na resistência dos tecidos e no crescimento radicular, além de obter uma melhor resistência de frutos e grãos. Na agricultura, as algas calcárias atuam no melhoramento físico, químico e biológico do solo, corrige o pH melhorando a assimilação dos elementos fertilizantes e a atividade biológica. Melhora a disponibilidade do fósforo e ativa o desenvolvimento das bactérias autotróficas responsáveis pelo processo de nitrificação (DIAS, 2000). Os benefícios advindos do *Lithothamnium calcareum*, são numerosos, e podem acrescentar importantes valores econômicos, sociais, e até mesmo ecológicos e no uso agrícola (MOURA, 2014). Mendonça *et al.* (2006) e Souza *et al.* (2009) afirmam que a utilização do lithothamnium proporcionou bons resultados na formação de mudas de maracujazeiro doce. A associação de *Lithothamnium calcareum* com o substrato convencional mostrou-se eficaz no desenvolvimento das mudas de porta-enxertos de marmeleiro japonês (SABINO *et al.*, 2013).

4.5 ÁGUA RESIDUÁRIA DA PISCICULTURA

O volume de água doce está cada vez menor no mundo devido ao uso excessivo de água para suprir as necessidades das demandas da indústria, do abastecimento populacional e da agricultura. A escassez dos recursos hídricos vem causando preocupação a todos os setores da sociedade, principalmente na agricultura que requer grandes quantidades de água para o seu desenvolvimento. Segundo Brito *et al.* (2018) uso das águas residuárias é uma alternativa para o controle da poluição ambiental e uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica nas regiões áridas e semiáridas.

Para promover o uso múltiplo das águas e o gerenciamento dos recursos hídricos, a integração agricultura-aquicultura pode ser uma estratégia sustentável para a utilização de recursos hídricos, como no emprego de água salina de efluentes de piscicultura para a produção de culturas moderadamente tolerantes à salinidade, em áreas onde a disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação é limitada (SIMÕES *et al.*, 2016). Desse modo, a integração da

produção de mudas de espécies florestais e agronômicas irrigadas com água residuária de piscicultura pode ser uma alternativa para reduzir custos nos processos de produção.

Neste contexto, estudos apontam como alternativa promissora a necessidade da reutilização de efluentes de piscicultura no aumento da produção agrícola, bem como na reciclagem de nutrientes (SANTOS, 2004). O reúso de águas residuárias é uma alternativa viável, podendo contribuir através dos nutrientes presentes no efluente atuando como uma fertirrigação ao longo do ciclo da cultura. Permitindo assim, o crescimento dessa prática em locais afetados com escassez dos recursos de água doce, principalmente em regiões do semiárido (KERAITA *et al.*, 2008).

A prática do reúso de água residuárias na agricultura possui uma grande diversidade de vantagens das quais podemos citar: a redução da demanda e conservação da oferta de água de melhor qualidade para usos mais nobres; redução dos impactos sobre os recursos hídricos; reciclagem de nutrientes; economia no uso de fertilizantes e geração de incremento na produção e recuperação de áreas improdutivas (ALVES, 2009; FLORÊNCIO *et al.*, 2006).

A água utilizada no reúso além de suprir a necessidade hídrica da planta, também pode ser uma importante fonte de suprimentos de nutrientes para a planta, tornando uma prática de irrigação economicamente viável para o agricultor, reduzindo custos na produção. Porém, deve-se tomar cuidados com relação as substâncias e quantidades de alguns nutrientes contidos na água, sendo necessário avaliar a adequabilidade da água destinada à irrigação, conforme a descrição dos padrões estabelecidos por Ayers e Westcot (1991) apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Diretrizes para interpretação da qualidade da água para irrigação

Parâmetros	Unidade	Restrição de Uso		
		Nenhuma	Moderada	Severa
Salinidade				
Condutividade Elétrica	(dS m ⁻¹)	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
Sólidos dissolvidos totais	(mg L ⁻¹)	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltração				
Relação de Adsorção de sódio (RAS)		Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)		
0 – 3		> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
3 – 6		> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
6 – 12		> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
12 – 4		> 2,9	1,9 – 0,5	< 1,3
20 - 40		> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
Toxicidade de elementos químicos (afeta culturas sensíveis)				
Cloreto (Cl)	Meq L ⁻¹	< 3	3 - 10	> 10
Boro (B)	Meq L ⁻¹	< 0,7	0,7 - 3	> 3
Sódio (Na ⁺)	Meq L ⁻¹	< 3,0	3,0 – 9,0	> 9
Nitrogênio (NO ₃ -N)	Mg L ⁻¹	< 5,0	5 - 30	> 30
Bicarbonato (HCO ₃)	Meq L ⁻¹	< 1,5	1,5 – 8,4	> 8,5
pH		6,5 – 8,4		

Fonte: Ayres e Westcot (1985).

Alguns estudos utilizando a água residuária de piscicultura mostraram resultados promissores como, por exemplo (SILVA *et al.*, 2018) viu que a aplicação de efluentes de piscicultura influenciou significativamente o desenvolvimento e crescimento das plantas de milho. Como também é viável cultivar sorgo forrageiro no semiárido brasileiro sob irrigação com água salina de tanques de piscicultura, com condutividade elétrica média de 2,57 dS m⁻¹ (GUIMARÃES *et al.*, 2016).

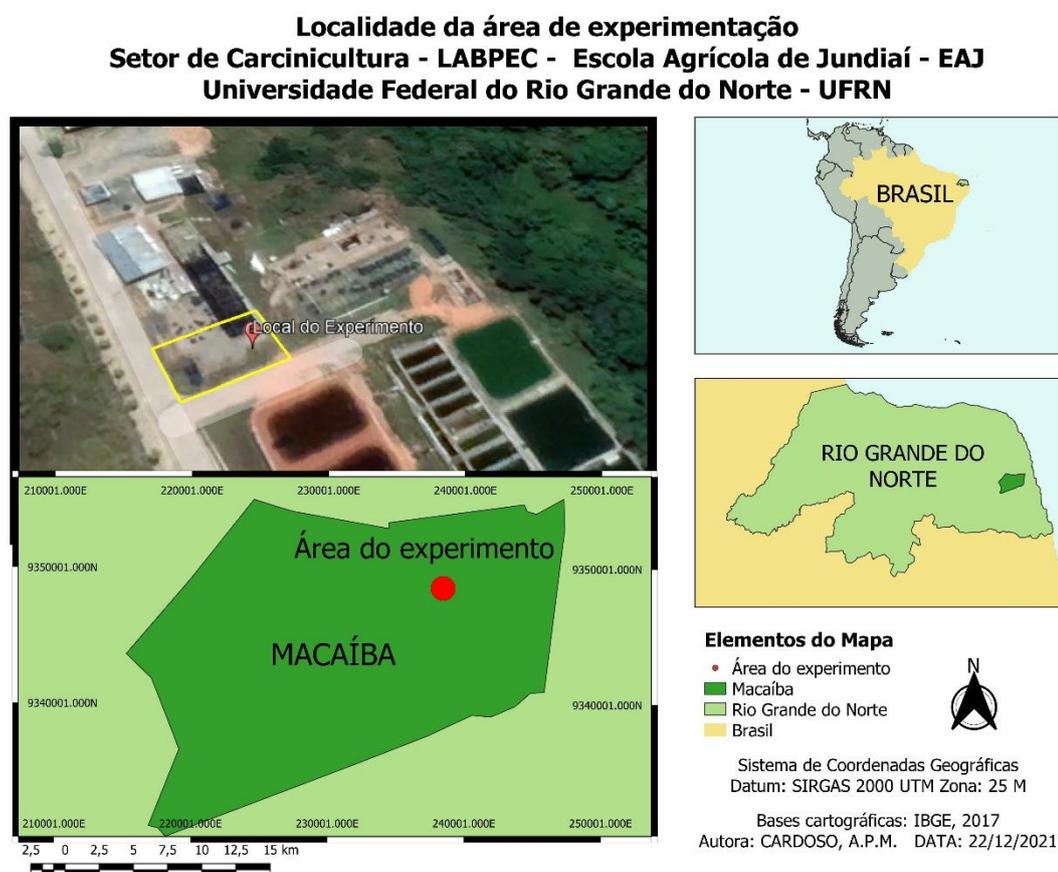
5 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção serão expostos os procedimentos experimentais e o delineamento experimental adotado neste trabalho de pesquisa.

5.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado no período de outubro a dezembro de 2020 na área de experimentação do grupo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Carcinicultura – LABPEC no Setor de Aquicultura da Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), da Universidade Federal do Rio Grande (UFRN), Campus Macaíba- RN (Figura 2). Com as seguintes coordenadas geográficas $5^{\circ} 53' 13''$ S de latitude e $35^{\circ} 21' 42''$ W de longitude.

Figura 2 – Localização da área de experimentação



Fonte: Elaboração própria em 2021.

O experimento foi implantado em um ambiente protegido com as seguintes características: estrutura composta por aço galvanizado, teto com formato em arco, com

revestimento de sombrite (cor preta) e piso cimentado.

5.2 ESPÉCIE VEGETAL E MATERIAL PROPAGATIVO

A espécie florestal estudada foi o mulungu (*Erythrina velutina* Wild), espécie nativa do Semiárido Brasileiro com grande potencial em programa de reposição florestal, reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, arborização urbana e sendo, portanto, uma planta que está submetida às condições de seca e a altas temperaturas na maior parte do ano.

As sementes de mulungu utilizadas na produção das mudas foram adquiridas através da parceria com a Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco, sendo uma iniciativa promovida pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco NEMA/UNIVASF (Figura 3).

Figura 3 – Sementes de mulungu utilizadas no experimento, UFRN-EAJ/Macaíba-RN



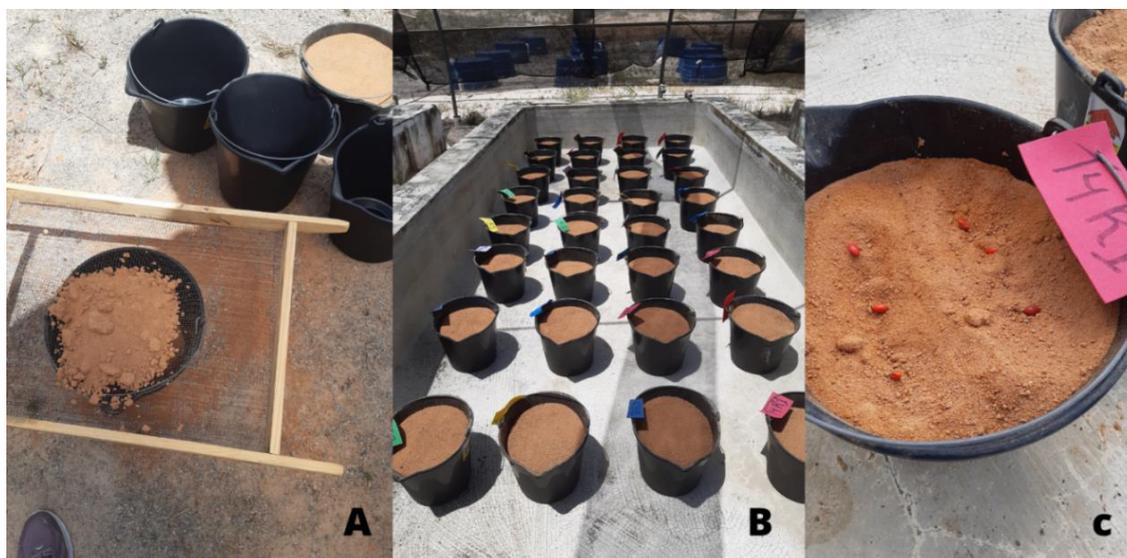
Fonte: Elaboração própria em 2020.

5.3 PRODUÇÃO DE MUDAS

Para a obtenção das mudas, a semeadura foi realizada em vasos com capacidade de 10 litros (Figura 4A), preenchidos manualmente com substrato, contendo solo (de área degradada) com ou sem adição de 100g do bioestimulante a base de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) de acordo com cada tratamento (Figura 4B). Logo depois, foram colocadas seis sementes por vaso a uma profundidade de 1 cm (Figura 4C). Durante a condução do experimento foram realizados tratos culturais para o ideal crescimento das plantas, como o controle de plantas daninhas através de capinas manuais, aeração do solo realizado com

escarificador, além da irrigação das plantas, mantendo o teor de água do solo na capacidade de campo.

Figura 4 – Etapas da preparação dos tratamentos (A, B) e da semeadura em vasos (C), UFRN - EAJ/Macaíba-RN



Fonte: Elaboração própria em 2020.

5.4 BIOESTIMULANTE

O bioestimulante utilizado é constituído por algas marinhas calcárias (*Lithothamnium* sp), foi aplicado durante a formulação dos tratamentos. A dose utilizada foi 100g por vaso, fornecida pelo representante comercial. Cujas composição é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química do bioestimulante a base de alga marinha (*Lithothamnium* sp)

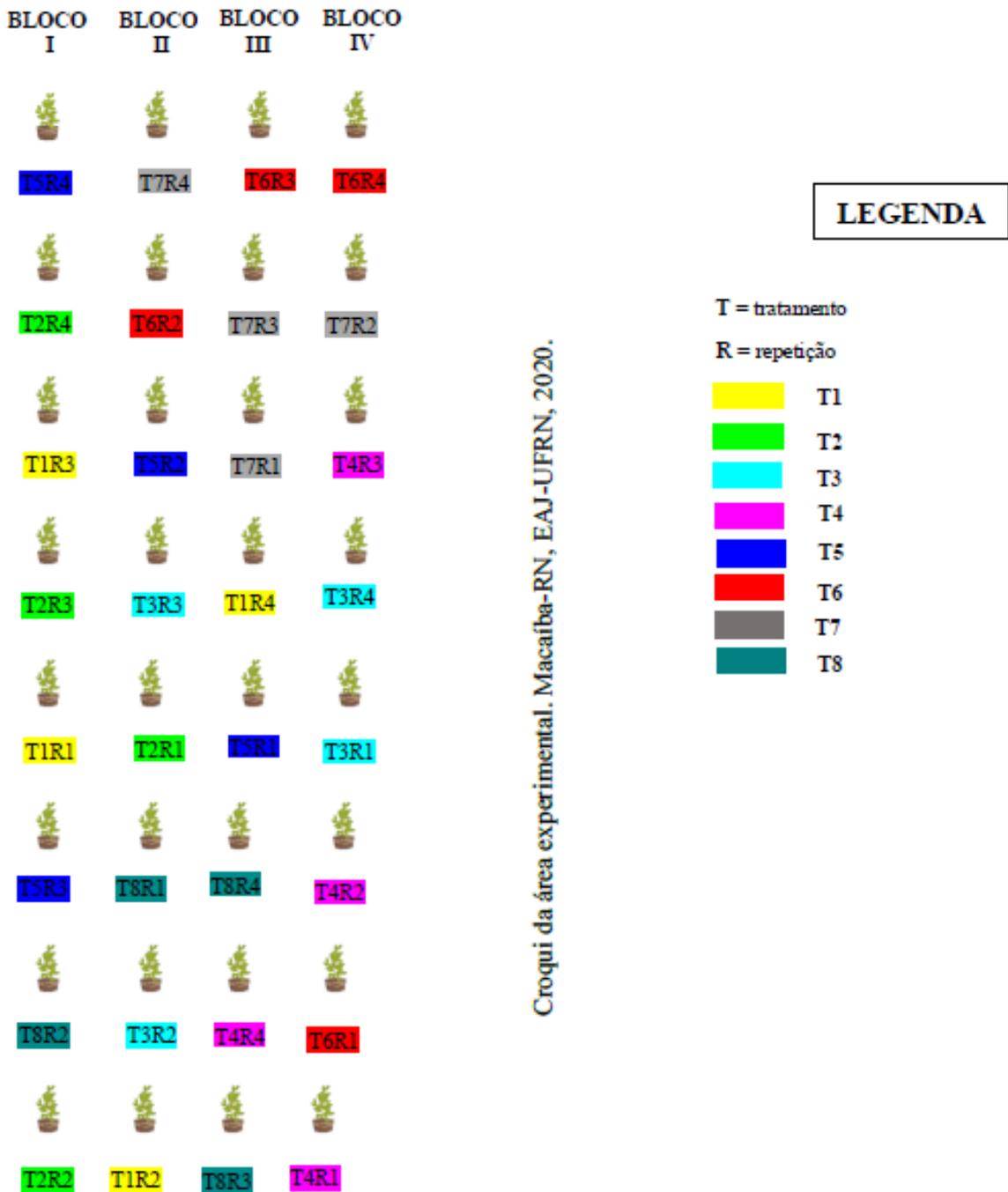
Macronutriente			Micronutriente		
Na	%	0,75	Mn	ppm	151
K ² O	%	0,025	Cu	ppm	8,5
P ² O ⁵	%	0,075	Zn	ppm	16,5
S	%	0,245	Ni	ppm	11,5
Ca	%	32,95	B	ppm	7,5
Mg	%	3,5	V	ppm	11,5
			Cr	ppm	5,125

Fonte: Valores médios da composição química fornecidos pela empresa revendedora em 2019.

5.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados (DBC), para cada bloco do experimento foram aplicados oito tratamentos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8) com 04 repetições (Figura 5).

Figura 5 – Croqui da área experimental



Croqui da área experimental. Macaíba-RN, EAJ-UFRN, 2020.

Fonte: Elaboração própria em 2019.

Os fatores que formaram os tratamentos consistiram nas combinações entre doses de bioestimulante (0,0 ou 100g) e água residuária de piscicultura (ARP) aplicada na irrigação das plantas na forma concentrada ou diluída com água do açude (AD), nas proporções ARP:AD (0:100; 50:50; 75:25 e 100:0).

A percentagem de água residuária de piscicultura aplicada nas parcelas foi determinada pela relação abaixo:

$$\% ARP = \frac{ARP}{ARP+AA} \cdot 100 \quad (1)$$

Em que:

% ARP = percentagem de água residuária de piscicultura (%)

ARP = quantidade de água residuária de piscicultura (mL)

AA = quantidade de água do açude (mL)

A distribuição dos tratamentos nos blocos foi realizada através de sorteio para garantir o princípio da casualização do experimento, sendo abaixo representados:

- **T1** - 0% de água residuária de piscicultura (sem bioestimulante);
- **T2** - 50% de água residuária de piscicultura (sem bioestimulante);
- **T3** - 75% de água residuária de piscicultura (sem bioestimulante);
- **T4** - 100% de água residuária de piscicultura (sem bioestimulante);
- **T5** - 0% de água residuária de piscicultura (com bioestimulante);
- **T6** - 50% de água residuária de piscicultura (com bioestimulante);
- **T7** - 75% de água residuária de piscicultura (com bioestimulante);
- **T8** - 100% de água residuária de piscicultura (com bioestimulante).

5.6 IRRIGAÇÃO DO EXPERIMENTO

A irrigação das mudas de mulungu foi realizada a partir de irrigação manual para cada tratamento, sendo a água residuária proveniente de um tanque com criação de tilápias do setor de Aquicultura da Escola Agrícola de Jundiá EAJ/UFRN (Figura 6A) e a água de diluição proveniente do açude (Figura 6B).

O controle das lâminas de irrigação foi realizado manualmente por meio das diluições

de acordo com cada tratamentos, através de recipientes de plástico de 10 L. Durante o período experimental, realizaram-se irrigações a cada três dias, com volume diário de 1,5 L até atingir a capacidade de campo, durante 3 meses, sempre no início da manhã, através de irrigação manual.

Figura 6 – Fontes de água utilizadas na irrigação do experimento: A. Água doce de açude armazenadas em caixas d'água e (B) Água residuária de tanque de piscicultura



Fonte: Elaboração própria em 2021.

5.7 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA

O solo utilizado no experimento foi retirado de uma área degradada localizada em Macaíba-RN em vias de difícil acesso, que devido a um processo de extração do solo em excesso para diversos usos, encontra-se sem a camada superficial do solo e sem a vegetação nativa. Assim, havendo a necessidade de medidas sustentáveis de recuperação da área. Para a caracterização química e física do solo foram coletadas amostras em uma profundidade de 20 cm. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de análises de solo, água e planta da Empresa de Pesquisa em Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) para processamento e análises física e química do solo.

5.7.1 Análises químicas do solo

As amostras de solo foram analisadas de acordo com metodologia propostas por EMBRABA (2017) sendo determinados pH em H₂O (método potenciométrico); H + Al; Ca,

Mg, K, Na, Al, P e condutividade elétrica. Após a obtenção dos dados das análises químicas, foram calculados:

A) Soma de Bases Trocáveis (SB): expressa em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de solo pela fórmula:

$$\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+ \quad (2)$$

B) Capacidade de troca de cátions efetiva (t): expressa em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de solo

$$t = \text{SB} + \text{Al} \quad (3)$$

C) Capacidade de Troca de Cátions Total (T): expressa em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de solo e calculado segundo a expressão:

$$T = \text{SB} + (\text{H}^+ + \text{Al}) \quad (4)$$

D) Porcentagem de Saturação por Bases (V%): calculada segundo a expressão:

$$V (\%) = 100 \cdot \text{SB} / T \quad (5)$$

E) Porcentagem de Saturação por Alumínio (m %): calculada pela seguinte expressão:

$$m (\%) = 100 \cdot \text{Al}^{3+} / t \quad (6)$$

F) Porcentagem de Sódio trocável (PST %): calculada segundo a expressão:

$$\text{PST} (\%) = 100 \cdot \text{Na}^+ / T \quad (7)$$

5.7.2 Análise física do solo

Na caracterização física do solo foram determinados:

A) Granulometria: é dada em g kg^{-1} .

B) Densidade do solo (Ds): é dada em kg dm^{-3} .

C) Capacidade de campo (CC): retenção de água no solo na tensão de 1/3 de atmosfera. É dada em %.

D) Ponto de Murcha Permanente (PMP) - retenção de água no solo na tensão a 15 atm. É dada em %.

No quadro 3 apresenta os resultados da caracterização química e física do solo utilizado no estudo.

Tabela 3 – Resultado da caracterização química e física do solo utilizado nesse estudo

Densidade global		CC	PMP	Granulometria							Classificação textural			
				Areia		Silte		Argila						
kg dm ⁻³		%		g.kg ⁻¹										
1,28		7,07	5,83	717		243		40			Franco Arenoso			
pH em água	CE	P	Ca	Mg	Na	K	H+Al	Al	SB	T	t	V	PST	m
	dS m ⁻¹	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³							%				
5,7	0,0065	1	0,63	0,34	0,04	0,07	1,23	0,0	1,08	2,31	1,08	46,71	1,73	0

Fonte: Empresa de Pesquisa em Agropecuária do Rio Grande do Norte em 2019.

5.7.3 Análises físico-química da água residuária de piscicultura

Durante o período experimental foi realizado a caracterização físico-química da água residuária de piscicultura e água do açude, por meio da coleta de uma amostra no período dezembro de 2020. Após a coleta, as amostras foram preservadas em caixas isotérmicas com gelo e encaminhadas para o Laboratório de análises de solo, água e planta da Empresa de Pesquisa em Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). As análises físico-químicas foram analisadas de acordo com metodologia da APHA (2012):

- A) Condutividade elétrica por condutivímetro;
- B) Potencial hidrogeniônico (pH) medido com peagâmetro portátil;
- C) Cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺), obtido pelo método titulométrico;
- D) Sódio (Na⁺) e potássio (K⁺), empregando fotometria de emissão de chama;
- E) Cloreto, carbonato e bicarbonato pelo método titulométrico;
- F) Nitrogênio (N) obtido pelo método Kjeldhal;
- G) Fosfato (PO₄⁻) obtido por espectrofotometria;
- H) Razão de adsorção de sódio (RAS) determinada pela metodologia de Richards (1954);
- I) Sulfato (SO₄⁻²) obtido por cromatografia iônica.

As amostras de água utilizadas no experimento foram coletadas e analisadas quanto às características físico-químicas no Laboratório de análises de solo, água e planta da Empresa de Pesquisa em Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) seguindo metodologia proposta em APHA (2012). A tabela 4, apresenta os resultados da caracterização físico-química da água residuária de piscicultura e da água do açude utilizadas na irrigação desse experimento.

Tabela 4 – Resultado da caracterização físico-química da água residuária de piscicultura e da água do açude

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	ÁGUA DE PISCICULTURA	AÇUDE
CONDUTIVIDADE			
ELÉTRICA (CE)	dS m ⁻¹ (25°C)	0,485	0,184
PH		8,2	6,4
CÁLCIO	mmol _c /L	1,25	0,15
MAGNÉSIO	mmol _c /L	0,44	0,20
SÓDIO	mmol _c /L	2,37	1,02
POTÁSSIO	mmol _c /L	0,67	0,20
CLORETO	mmol _c /L	1,90	1,14
CARBONATO	mmol _c /L	0,00	0,00
BICARBONATO	mmol _c /L	2,63	0,45
RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO	(mmol _c /L) ^{1/2}	2,64	2,46
SULFATO	mmol c /L	0,05	0,04
CLASSE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO		C₁S₂T₁	C₁S₃T₁

Fonte: Empresa de Pesquisa em Agropecuária do Rio Grande do Norte em 2021.

5.8 PARÂMETROS DE DESENVOLVIMENTO VEGETAL ANALISADOS

Nessa seção, segue a metodologia dos parâmetros analisados durante a pesquisa.

5.8.1 Fase inicial de crescimento das mudas

Aos quinze dias após a semeadura (DAS), foram avaliadas as seguintes variáveis, baseados em Cardoso Neto (2017); contagem do número de folhas formadas (NF), diâmetro do colo (DC), da altura da planta (ALT).

a) NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA (NF)

Foi realizado através da contagem do número de folhas partindo da folha basal até a última folha aberta.

b) DIÂMETRO DO COLO (DC)

A medida foi realizada com um auxílio de um paquímetro digital. Determinou-se o diâmetro da haste no colo da planta, com resultado em mm.

c) ALTURA DA PLANTA (ALT)

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

5.8.1.1 Fase final de monitoramento das mudas

Ao fim do experimento (cinquenta dias) aferiu-se: Altura (ALT), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), A massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento do sistema radicular (CSR), massa fresca do sistema radicular (MFSR) e a massa seca do sistema radicular (MSSR).

a) MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA (MFPA)

Para determinação da MFPA, as plantas foram retiradas dos recipientes, lavadas em água corrente, separando a parte aérea do sistema radicular. Por fim, pesadas, e seu peso expresso em g planta⁻¹.

b) MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA)

Para determinação da MSPA, as plantas foram retiradas dos recipientes, lavadas em água corrente, separando a parte aérea do sistema radicular. Por fim, foram acondicionadas em sacos de papel, colocadas na estufa, pesadas, e seu peso expresso em g planta^{-1} .

c) COMPRIMENTO DO SISTEMA RADICULAR (CSR)

Foi aferido através de uma régua graduada em centímetros.

d) MASSA FRESCA DO SISTEMA RADICULAR (MFSR)

As raízes das plantas foram retiradas dos vasos, lavadas e colocados em balança de precisão e pesadas com resultado expresso em g planta^{-1} .

e) MASSA SECA DO SISTEMA RADICULAR (MSSR)

As raízes plantas retiradas dos vasos, lavadas e colocados em estufas de circulação forçada de ar 65° , durante 48 horas, sendo pesadas em balança de precisão com resultado expresso em g planta^{-1} .

5.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados correspondentes aos resultados do experimento foram tabulados e 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.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados da análise de variância e das variáveis: número de folhas, diâmetro do colo, altura de plantas, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, comprimento do sistema radicular, massa fresca do sistema radicular e a massa seca do sistema radicular. Conforme o resultado da análise de variância (ANOVA) verificou-se efeito significativo na aplicação das diferentes lâminas de água (residuária ou água do açude) ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis: diâmetro do colo, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz e massa seca da parte aérea. Ao nível de 5% de probabilidade, somente foi identificado efeito significativo para altura das plantas de mulungu.

Para as doses de bioestimulante não houve diferença significativa sobre as características observadas. E na interação entre as lâminas de água e bioestimulante foi possível perceber um efeito ao nível de 1% de significância nos parâmetros, altura e matéria fresca da raiz (Tabela 5).

Tabela 5 – Resumo da análise de variância com os quadrados médios referindo-se as variáveis estudadas do referido trabalho. Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021

Fonte de variação	Quadrado médio								
	GL	NF	DIAM	ALT	CSR	MFPA	MFSR	MSPA	MSSR
Água residuária (AR)	3	1,861 ^{ns}	1,531 ^{**}	16,681 [*]	10,230 ^{ns}	39,905 ^{**}	1,878 ^{**}	1,05 ^{**}	0,018 ^{ns}
R Linear	1	4,980 ^{ns}	1,536 ^{**}	35,77 ^{**}	6,337 ^{ns}	52,475 ^{**}	2,152 ^{**}	1,906 ^{**}	0,049 [*]
R Quad	1	0,004 ^{ns}	2,241 ^{**}	10,293 [*]	21,714 [*]	65,924 ^{**}	0,020 ^{ns}	1,231 [*]	0,0017 ^{ns}
Bioest. (B)	3	0,693 ^{ns}	0,192 ^{ns}	0,814 ^{ns}	10,040 ^{ns}	1,220 ^{ns}	0,269 ^{ns}	0,267 ^{ns}	0,002 ^{ns}
AR x B	3	4,13 ^{ns}	0,356 ^{ns}	11,826 ^{**}	6,991 ^{ns}	7,236 ^{ns}	1,273 ^{**}	0,261 ^{ns}	0,008 ^{ns}
Resíduo	21	3,051	0,155	1,932	3,550	3,438	0,164	10,002	0,008
CV (%)	---	15,82	8,81	8,00	9,58	16,49	20,22	22,24	29,93

Legenda: ns: não significativo; **: significativo ao nível de 1%; *: significativo ao nível de 5% de probabilidade. GL: Grau de Liberdade; CV: Coeficiente de variação; ALT: Altura das plantas; DIAM: Diâmetro do colo; NF: Número de folha por planta; CPA: Comprimento da parte aérea; CSR: Comprimento do sistema radicular; MFPA: Matéria fresca da parte aérea; MFR: Matéria fresca da raiz; MSPA: Matéria seca da parte aérea; MSR: Matéria seca da raiz.

Fonte: Elaboração própria em 2021.

Para as variáveis, Diâmetro do Colo, Número de Folhas, Comprimento do Sistema Radicular e Massa seca sistema radicular não houve diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 6).

Tabela 6 – Diâmetro do colo (DM), Número de Folhas (NF), comprimento do sistema radicular (CSR), massa seca do sistema radicular (MSSR) nos tratamentos em estudo. UFRN, Macaíba-RN, 2021

Tratamentos Ar x B	Variáveis			
	DC (mm)	NF (uni)	CSR (cm)	MSSR (g planta ⁻¹)
0%	4.413 a	11.41 a	20.24 a	0.331 a
50%	4.286 a	10.75 a	18.40 a	0.292 a
75%	4.543 a	11.12 a	20.91 a	0.306 a
100%	4.642 a	10.87 a	19.14 a	0.311 a
CV (%)	8.81	15.82	9.58	29.93

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

Fonte: Elaboração própria em 2021.

6.1 Altura das plantas

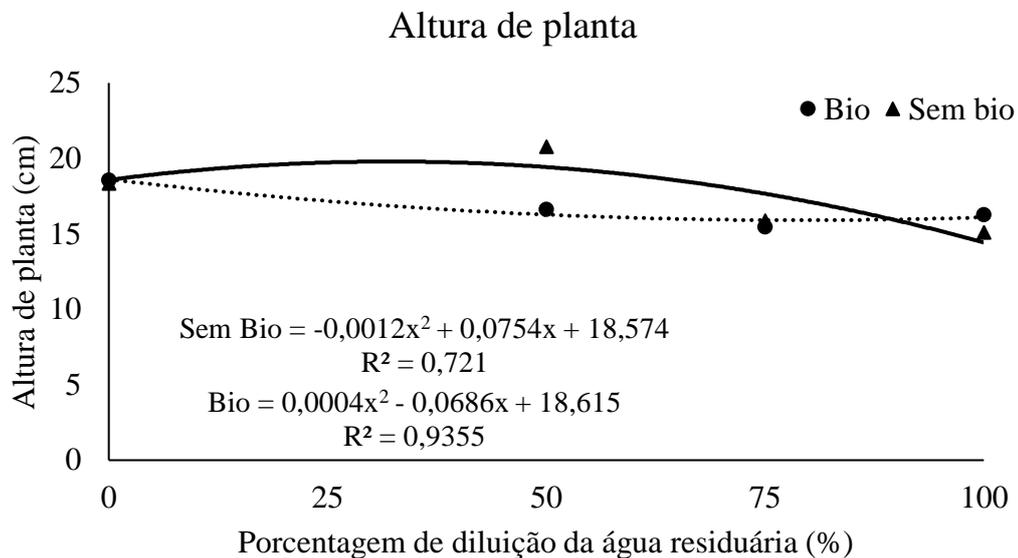
Foi possível observar um valor máximo de 20,77 cm de altura para o tratamento irrigado com 50% de água residuária e sem uso do bioestimulante. Por outro lado, houve redução na altura das plantas irrigadas com 50% de água residuária e com uso de bioestimulante (Figura 7).

Dantas *et al.* (2019) relatam que mudas *Anadenanthera colubrina*, *Erythrina velutina* e *Aspidosperma pyrifolium* irrigadas com água residuária de piscicultura geralmente apresentaram crescimento semelhante ou superior do que aquelas irrigadas com água salobra.

Vale destacar que a partir do incremento das dosagens de água residuária, houve redução no parâmetro altura de plantas, com ou sem o uso do bioestimulante. Este fato pode ter ocorrido devido ao aumento de sais na água, pois segundo Guimarães *et al.* (2013) há uma redução linear para as variáveis de crescimento de mudas mulungu quando os níveis de salinidade da água de irrigação aumentaram. Em um estudo realizado por Cavalcante *et al.* (2010) foi constatado que

o incremento da salinidade da água de irrigação, independentemente da fonte utilizada, causa uma redução no crescimento das plantas.

Figura 7 – Altura da planta (cm) em função dos tratamentos com a aplicação de 0, 50, 75 e 100% de água residuária, em relação ao uso e não uso de bioestimulante. Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021



T1 - 0% de água residuária de piscicultura; T2 - 50% de água residuária de piscicultura; T3 - 75% de água residuária de piscicultura; T4 - 100% de água residuária de piscicultura.

Fonte: Elaboração própria em 2021.

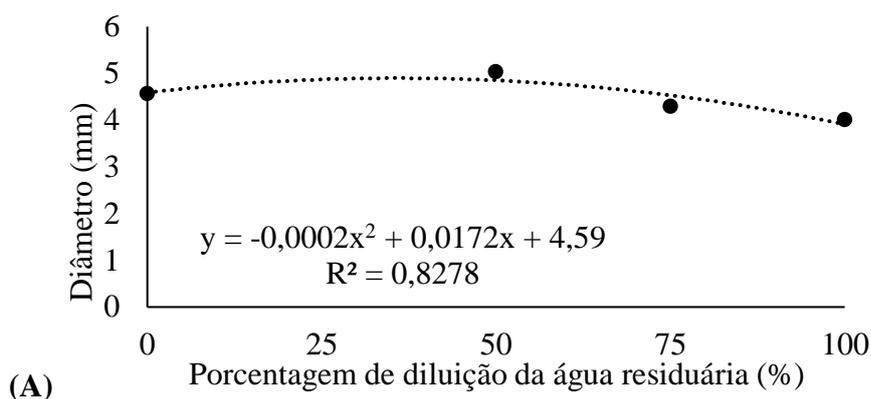
6.1.2 Diâmetro do colo

A partir da concentração de 75% de água residuária aplicada (Figura 8A) foi constatada redução no diâmetro das mudas de mulungu, sendo o valor máximo encontrado para o diâmetro do colo de 5,03 mm, referente ao tratamento irrigado com 50% de água residuária. A irrigação com 100% de água residuária, resultou na redução de 20,47% do diâmetro do colo das mudas, sendo 4,00 mm o menor valor observado.

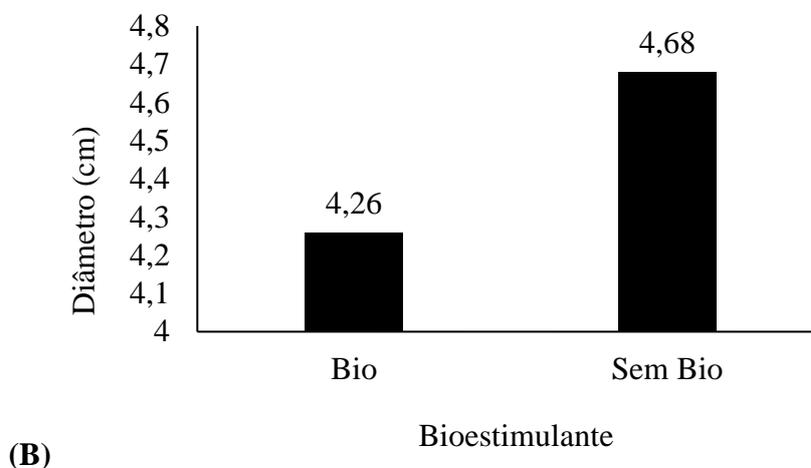
Ao se comparar o diâmetro do colo nos tratamentos com ou sem uso do bioestimulante a base de algas marinhas (*Lithothamnium*), foi observado que nos tratamentos com uso de bioestimulante, houve uma redução de 8,97% na variável analisada (Figura 8B). Este resultado foi inesperado, pois tem sido relatado que a adição de bioestimulantes pode atuar na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, como também estimular diretamente sobre toda planta ou parte dela, estimulando no crescimento e desenvolvimento de plantas (OLIVEIRA, 2017).

De acordo com Souza *et al.* (2006) e Carneiro (1995), a característica fundamental para o potencial de sobrevivência e crescimento pós-plantio de mudas florestais, é o diâmetro do caule. Assim, plantas com maiores diâmetros apresentam maior capacidade de formação e sobrevivência.

Figura 8 – Diâmetro em (mm) em relação aos tratamentos com a aplicação de 0, 50, 75 e 100% de água residuária (A), com o uso e não uso de bioestimulante (B). Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021



T1 - 0% de água residuária de piscicultura; T2 - 50% de água residuária de piscicultura; T3 - 75% de água residuária de piscicultura; T4 - 100% de água residuária de piscicultura.
Fonte: Elaboração própria em 2021.

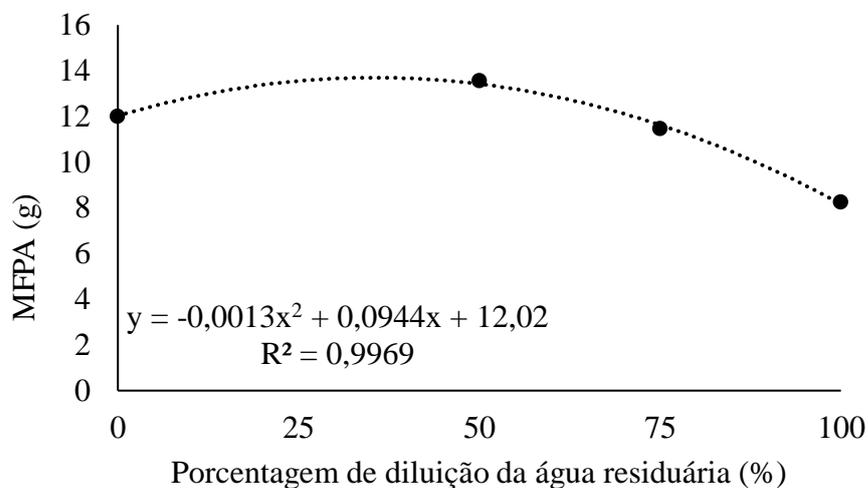


BIO – Com o uso do bioestimulante à base de algas marinhas; SEM BIO – Sem o uso do bioestimulante à base de algas marinhas.
Fonte: Elaboração própria em 2021.

6.1.3 Massa fresca da parte aérea

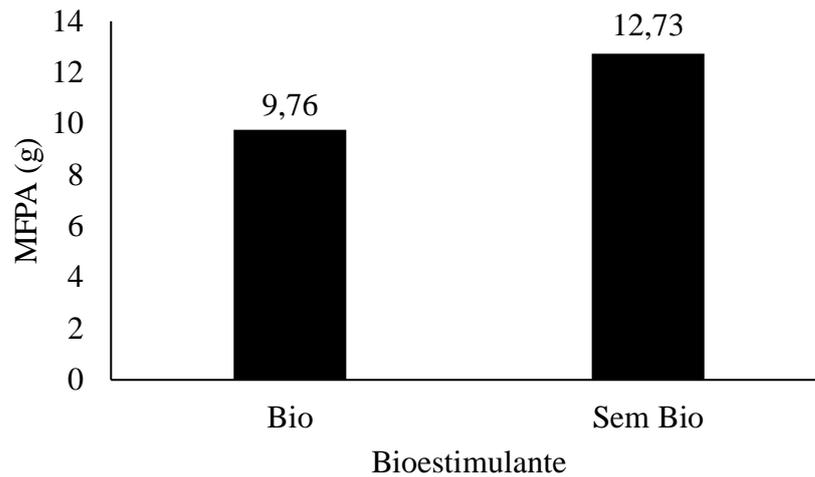
O valor máximo obtido para produção de massa fresca da parte aérea foi observado no tratamento com 50% da água residuária de piscicultura e correspondeu a 13,54g planta⁻¹ (Figura 9A). Uma possível explicação para este resultado é que o aporte de nutrientes essenciais presentes na água residuária de piscicultura e a maior diluição dos sais nos tratamentos com adição de água residuária o crescimento das mudas foi estimulado. Por outro lado, houve redução da produção de massa fresca da parte aérea, quando as mudas foram irrigadas com água residuária a partir de 75%, sendo a maior produção de massa fresca da parte aérea observada nos tratamentos sem o uso do bioestimulante (figura 9B).

Figura 9 – Massa fresca da parte aérea (MFPA) em (g) em função dos tratamentos com a aplicação de 0, 50, 75 e 100% de água residuária (A), em relação ao uso e não uso de bioestimulante (B). Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021



(A)

T1 - 0% de água residuária de piscicultura; T2 - 50% de água residuária de piscicultura;
 T3 - 75% de água residuária de piscicultura; T4 - 100% de água residuária de piscicultura.
 Fonte: Elaboração própria em 2021.

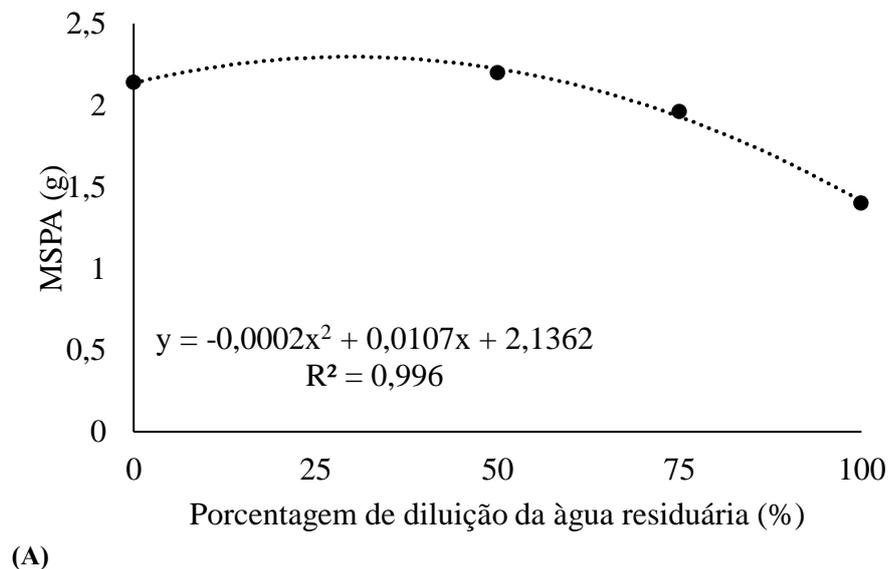


(B)
 BIO – Com o uso do bioestimulante à base de algas marinhas; SEM BIO – Sem o uso do bioestimulante à base de algas marinhas.
 Fonte: Elaboração própria em 2021.

6.1.4 Massa seca da parte aérea

Para produção de massa seca da parte aérea das mudas de mulungu, apresentada na figura 10A é possível visualizar que houve uma redução a partir da aplicação de 75% de água residuária de piscicultura, sendo esta redução, potencialmente intensificada na concentração de 100%, ou seja, demonstra-se que com o aumento da água residuária de piscicultura houve um declínio no parâmetro MSPA.

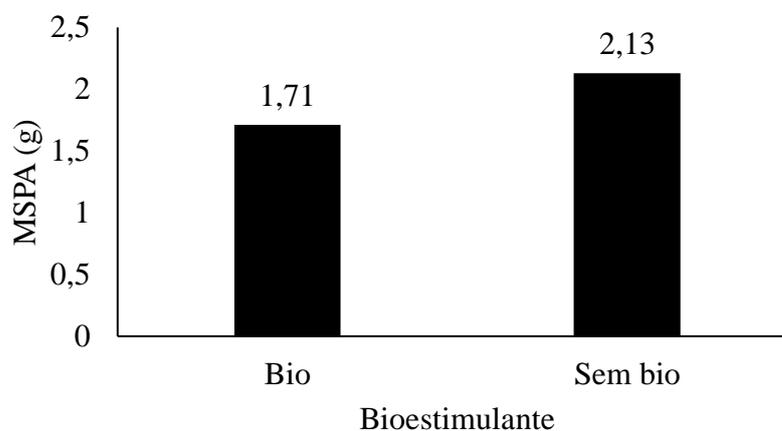
Figura 10 – Massa seca da parte aérea (MSPA) em (g) em função dos tratamentos com a aplicação de 0, 50, 75 e 100% de água residuária (A) e ao uso e não uso do bioestimulante (B). Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021



T1 - 0% de água residuária de piscicultura; T2 - 50% de água residuária de piscicultura; T3 - 75% de água residuária de piscicultura; T4 - 100% de água residuária de piscicultura.

Fonte: Elaboração própria em 2021.

Estes resultados observados foram semelhantes aos obtidos por Patel *et al.* (2010), que verificaram redução na biomassa seca de plantas de feijão-caupi sob estresse hídrico salino. De acordo com Munns (2002), a redução do crescimento das espécies cultivadas em ambientes salinos, incluindo as da caatinga, ocorre devido à toxidez de íons específicos como o sódio e ao baixo potencial osmótico da solução do solo, causando estresse hídrico. Os maiores valores de massa seca da parte aérea foram observados nos tratamentos sem o uso do bioestimulante (figura 10B).



(B)

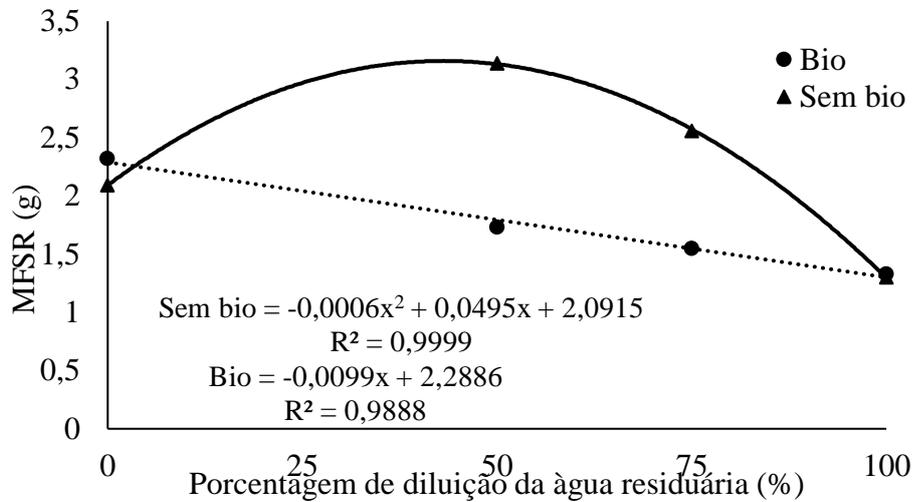
BIO – Com o uso do bioestimulante à base de algas marinhas; SEM BIO – Sem o uso do bioestimulante à base de algas marinhas.

Fonte: Elaboração própria em 2021.

6.1.5 Massa fresca do sistema radicular

Os resultados referentes a produção de massa fresca do sistema radicular estão apresentados na figura 11. Constatou-se que houve aumento na produção de massa fresca do sistema radicular apenas para os tratamentos sem a presença de bioestimulante e com 50% de água residuária na composição da água da irrigação. Quadir *et al.* (2003), relatam que as espécies arbóreas nativas da caatinga possuem sistema radicular profundo, o que pode aumentar a permeabilidade do solo, a lixiviação dos sais e controlar o nível do lençol freático.

Figura 11 – Massa fresca do sistema radicular (MFSR) em (g) em função em função dos tratamentos com a aplicação de 0, 50, 75 e 100% de água residuária em relação ao uso e não uso de bioestimulante. Macaíba-RN, UFRN/EAJ, 2021



T1 - 0% de água residuária de piscicultura; T2 - 50% de água residuária de piscicultura; T3 - 75% de água residuária de piscicultura; T4 - 100% de água residuária de piscicultura.
Fonte: Elaboração própria em 2021.

Um decréscimo da variável resposta foi observado, nos tratamentos com o uso do bioestimulante a partir da irrigação com 50% de água residuária de piscicultura, enquanto nos tratamentos sem o uso do bioestimulante a redução pode ser observada a partir da concentração de 75% de água residuária. Estas observações demonstram que de forma geral, há uma interferência negativa sob o crescimento radicular das mudas de mulungu, proporcional ao incremento das águas residuárias usadas durante a irrigação das mudas, sobretudo quando associadas a presença do bioestimulante.

7 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com a cultura do mulungu permitiram as seguintes conclusões. Primeiramente, a de que o manejo das plantas com adição do bioestimulante a base de algas marinhas (*Lithothamnium*) não promoveu o crescimento das mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild) em solo de área degradada.

O reaproveitamento de águas residuárias de piscicultura é uma alternativa viável para atender a demanda de água e nutrientes na produção de mudas de espécies florestais, sendo o crescimento das mudas de mulungu favorecido pela diluição em 50% das águas residuárias de piscicultura.

Sugere-se a realização de novos estudos que abordem outras proporções de efluentes de piscicultura para irrigação, assim como de diferentes fontes e dosagens de bioestimulante a base de algas marinhas associadas a outras espécies nativas que apresentem potencial para restauração de áreas degradadas e resistência a solos salinos.

REFERÊNCIAS

- ADERALDO, F. I. C. *et al.* Efeitos combinados da seca e da salinidade no crescimento de plantas de mulungu (*Erythrina Velutina* Wild). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 2732-2740, jul./set. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346038348_Efeitos_combinados_da_seca_e_da_salinidade_no_crescimento_de_plantas_de_mulungu_Erythrina_Velutina_Wild_Combined_effects_of_drought_and_salinity_on_growth_of_mulungu_plants_Erythrina_Velutina_Wild. Acesso em: 05 mar. 2020.
- ALMEIDA, J. P. N. *et al.* Produção de mudas de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke irrigadas com água residuária da piscicultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 6, p. 386-391, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/18071929/agriambi.v21n6p386-391>. Acesso em: 16 maio 2020.
- ALVES, R. C. V. **Comparação de diferentes sistemas de tratamento biológico de águas residuárias domésticas na produção de efluentes para reúso agrícola**. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2009. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/2166/1/Rita%20de%20Cassia%20Vieira%20Alves.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22. ed. Washington: APHA; AWWA; WEF, 2012.
- ARAÚJO, P. O. L. *et al.* Crescimento e percentual de emergência de plântulas de citrumeleiro 'Swingle' em função dos substratos e das doses de corretivo à base de *Lithothamnium*, após cem dias da sementeira. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 982-988, jul./ago. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000400006>. Acesso em: 14 ago. 2020.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. Irrigation and Drainage Paper. *In*: AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985. 174 p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/t0234e/t0234e00.htm>. Acesso em: 07 set 2020.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.
- BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2005.
- BRITO, R. F. *et al.* Use of wastewater in the production of aroeira seedlings. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 3, p. 687-694, jul./set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n318rc>. Acesso em: 07 set. 2020.
- CAVALCANTE, L. F. *et al.* Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, p. 1281-1290, 2010.

Supl. 1. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/269951207_Fontes_e_niveis_da_salinidade_da_agua_na_formacao_de_mudas_de_mamoeiro_cv_sunrise_solo/link/56a769bb08aeded22e36cfe0/download. Acesso em: 18 nov. 2019.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, [S. l.], v. 383, p. 3-41, 2014.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, v. 3).

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1995. 451 p.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.

CAVALCANTE, A. L. G. *et al.* Desenvolvimento de mudas de Mulungu Fertirrigação com diferentes soluções nutritivas. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 46, n. 1, p. 47-55, jan./mar. 2016. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rev.v46i1.34888>. Acesso em: 04 set. 2020.

CAVALCANTI, V. M. M. **Plataforma continental**: a última fronteira da mineração brasileira. Brasília, DF: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2011. 104 p.

CARDOSO NETO, R. **Produção de mudas de tamarindeiro irrigado com água residuária da piscicultura e doses de bioestimulantes naturais de algas marinhas**. 2017. 58 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br>. Acesso em: 15 nov. 2019.

CORRÊA, R. S.; MELO, B. F. Ecologia da revegetação em áreas escavadas. *In*: CORRÊA, R. S.; MELO, B. F. (ed.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado**. Brasília: Paralelo 15, 1998. p. 65-99.

CRUZ, M. C. M. *et al.* Desenvolvimento do porta-enxerto de tangerineira 'Cleópatra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 471-475, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200035>. Acesso em: 15 nov. 2019.

DANTAS, B. F. *et al.* Production of seedlings of native species from the Caatinga dry forest. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 1551-1567, out./dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509831221>. Acesso em: 19 ago. 2020.

DIAS, G. T. M. Granulados bioclásticos: algas calcárias. **Revista Brasileira de Geofísica**, [Rio de Janeiro], v. 18, n. 3, p. 308-318, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbg/a/Q4gVZZNy3MNn7ddcVx7YNQL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 set. 2018.

DOURADO NETO, D. *et al.* Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e

feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 371-379, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18110/14549>. Acesso em: 18 set. 2020.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 196, p. 3-14, 2015 Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>. Acesso em: 23 ago. 2019.

EVANGELISTA, A. J. J. *et al.* Resposta do Cafeeiro à aplicação de níveis de irrigação e adubação com Alfertil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, campina Grande, v. 17, n. 4, p. 392-396, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400006>. Acesso em: 19 maio 2019.

EMBRAPA. **Preservação e uso da caatinga**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. (ABC da Agricultura Familiar, 16). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11949/2/00081410.pdf>. Acesso em: 22 de jul. 2021.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1085209>. Acesso em: 23 fev. 2021.

FARIAS, S. M. de. *et al.* **Recuperação de solos degradados com leguminosas noduladas e micorrizadas**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, nov. 1998. 23 p. (Documentos, n. 77).

FERNANDES, A. L.; SILVA, R. O. Avaliação do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) no desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro irrigado por gotejamento e cultivado em condições de Cerrado. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 147-157, 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4101>. Acesso em: 22 set. 2019.

FERNANDES, L. A. *et al.* Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, jun. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/pVHRcN4RLrVgmw8vhFb9V7M/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 mar. 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>. Acesso em: 02 mar. 2018.

FLORÊNCIO, L. *et al.* Utilização de esgotos sanitários: marcos conceituais e regulatórios. In: FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (coord.). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-16. (Projeto PROSAB). Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Esgoto-Prosab_-_final.pdf. Acesso em: 05 jun. 2020.

FRANCO, A. A.; SOUTO, S. M. **Leucaena leucocephala**: uma leguminosa com múltiplas utilidades para os trópicos Seropédica, RJ: EMBRAPA; UAPNPBS, 1986. p.1-6.

(Comunicado Técnico, 50). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/623320/leucaena-leucocephala-uma-leguminosa-com-multiplas-utilidades-para-os-tropico>. Acesso em: 25 ago. 2019.

GUIMARÃES, M. J. M. *et al.* Cultivo de variedades de sorgo forrageiro irrigado com efluente salino da piscicultura em condições semiáridas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 5, p. 461-465, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n5p461-465>. Acesso em: 22 jun. 2020.

HAFLE, O. M. *et al.* Produção de mudas de mamoeiro utilizando *bokashi* e *lithothamnium*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 245-251, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000100034>. Acesso em: 18 dez. 2019.

LIMA, K. D. R. *et al.* Seleção de espécies arbóreas para revegetação de áreas degradadas por mineração de piçarra na caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró. v. 28, n. 1, p. 203-213, 2015. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/3644/pdf_231. Acesso em: 29 jul. 2021.

LONGO, R. M.; RIBEIRO, A. Í.; MELO, W. J. de. Uso da adubação verde na recuperação de solos degradados por mineração na floresta amazônica. **Bragantina**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 139-146, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/28225>. Acesso em: 29 jan. 2021.

KERAITA, B.; JIMÉNEZ, B.; DRECHSEL, P. Extent and implications of agricultural reuse of untreated, partly treated and diluted wastewater in developing countries. **Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, Wallingford, v. 3, n. 58, p. 1-15, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/248908925_Extent_and_implications_of_agricultural_reuse_of_untreated_partly_treated_and_diluted_wastewater_in_developing_countries. Acesso em: 15 maio 2020.

MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. **Árvores para cidade**. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia, 2009. 340 p.

MELO, P. C. de; FURTINI NETO, A. E. Avaliação do *Lithothamnium* como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 508-519, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000300003>. Acesso em: 06 fev. 2021.

MENDONÇA, V. *et al.* Qualidade de mudas de maracujazeiro-amarelo formadas em substratos com diferentes níveis de *Lithothamnium*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 900-906, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000500012>. Acesso em: 05 fev. 2021.

MENDES, B. V. Uso e conservação da biodiversidade no Semi-Árido. Fortaleza: [Sin.], 1994. (Projeto Áridas).

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental**: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificações e fatos. São Paulo: ProduQuímica, 1994. 153 p.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. de F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostra e análise físico química de água**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011. (Documentos, 232). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/921050/manual-de-procedimentos-de-amostragem-e-analise-fisico-quimica-de-agua>. Acesso em: 16 mar. 2021.

MOURA, F. J. M. de. **Aspectos sedimentares e potencialidades da plataforma Continental do Ceará, entre Cascavel e Beberibe**. 2014. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: https://www.lareferencia.info/vufind/Record/BR_5ccdc425bc7065350e84cf43744fff00. Acesso em: 13 ago. 2019.

NARDI, S. *et al.* Lant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. **Scientia Agricola**, v. 73, n. 1, p. 18-23, jan./fev. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0006>. Acesso em: 28 mar.2020.

OLIVEIRA, M. K. de T. *et al.* Taxas de crescimento de mudas de Erythrina velutina em dois ambientes de crescimento. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 14, n. 1, p. 21-27, jan./mar. 2018. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/905>. Acesso em: 24 ago. 2021.

OLIVEIRA, H. M. de. **Bioestimulantes e condicionadores de solo no cultivo de Physalis peruviana**. 2017. 40 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/13046?mode=full>. Acesso em: 15 mar. 2020.

PATEL, P. R. *et al.* Impact of salt stress on nutrient uptake and growth of cowpea. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 43-48, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202010000100005>. Acesso em: 18 mar. 2020.

PARRON, L. M.; MUNIZ, F. de H. D.; PEREIRA, M. C. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2020.

QADIR, M. *et al.* Sodium removal from a calcareous saline-sodic soil through leaching and plant uptake during phytoremediation. **Land Degradation and Development**, [S. l.], v. 14, p. 301-307, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229485290_Sodium_Removal_from_a_Calcareous_Saline-Sodic_Soil_through_Leaching_and_Plant_Uptake_during_Phytoremediation. Acesso em: 06 abr. 2020.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and álcali soils**. Washington, US: Department of Agriculture, 1954, 160 p. (USDA Agricultural Handbook, 60).

RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 73-80, 2006. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000100010>. Acesso em: 18 set. 2020.

SABINO, P. H. de S. *et al.* Utilização de Lithothamnium na produção de mudas porta-enxerto do marmeleiro “japonês” *Chaenomoles senensis* (Koehne) (Rosales: Rosaceae). **Revista de Agricultura**, [S. l.], v. 88, n. 3, p. 191-198, 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/54908066-Utilizacao-de-lithothamnium-na-producao-de-mudas-porta-enxerto-do-marmeleiro-japones-chaenomoles-senensis-koehne-rosales-rosaceae.html>. Acesso em: 05 jul. 2020.

SAMPAIO, T. F. *et al.* Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1637-1645, out./nov. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000500028>. Acesso em: 15 set. 2020.

SANTOS, A. P. R. dos. **Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado, rico em sódio, em propriedades químicas e físicas de um Argissolo Vermelho distrófico cultivado com capim-tifton 85**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-27092004-165932/pt-br.ph>. Acesso em: 28 jul. 2021.

SANTOS, P. L. *et al.* Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/bFBZSRgHbpxwJR9bMMVqssp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 mar. 2020.

SANTOS, N. G. B. dos. Gestão do projeto de recuperação de áreas degradadas: estratégia para aperfeiçoamento. 2013. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, MT, 2013. Disponível em: <https://ri.ufmt.br/handle/1/1107>. Acesso em: 02 jan. 2021.

SILVA, E. F. L. *et al.* Fish farming effluent application in the development and growth of maize and bean plants. **Journal of Agrarian Sciences**, Jaboticabal v. 46, n. 1, p. 74–81, 2018. Disponível em: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/894>. Acesso em: 15 set. 2020.

SIMÕES, W. L. *et al.* Beet cultivation with saline effluent from fish farming. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n.1, p. 62-66, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n1p62-66>. Acesso em: 12 abr. 2020

SOUZA, C. A. M. de. *et al.* Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006. Disponível em: doi: <https://doi.org/10.5902/198050981905>. Acesso em: 06 abr. 2020.

SOUZA, H. A. de. *et al.* Doses de lithothamnium e diferentes substratos na produção de mudas de maracujazeiro ‘doce’. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 24-30, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/163>. Acesso em: 22 jun. 2019.

SOUZA, H. A. de. *et al.* Avaliação de doses e produtos corretores da acidez em variáveis biométricas na produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 607-612, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3030/303026589009.pdf>. Acesso em: 14 jul.2019.

TEIXEIRA, G. A. *et al.* Production of papay changes in substrates with lithothamnium. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 16, n. 2, p. 220-229, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279481135_producao_de_mudas_de_mamoeiro_'for_mosa'_em_substratos_com_doses_de_lithothamnium. acesso em: 29 de ago. 2019.

VAN DER HOEK, W. *et al.* **Urban wastewater: a valuable resource for agriculture: a case study from Horoonabad, Pakistan**. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002. 29 p. (Research Report, 63). Disponível em: https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/225/mod_label/intro/Research%20Report%20-%2063.pdfxxxxxxxx. Acesso 9 ago. 2019.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal**: princípios e técnicas. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 272 p.

WEBAMBIENTE. [S. l.]: Embrapa, 2021. Disponível em: https://www.webambiente.gov.br/publico/detalhes_especie.xhtml. Acesso em: 1 ago. 2021.

APÊNDICE A – PRODUTO FINAL DA PESQUISA

Nome do Produto: Folder de produção de mudas de mulungu irrigadas com água residuária de piscicultura.

Aderência: O projeto de pesquisa intitulado Uso do bioestimulante à base de algas marinhas e água residuária de piscicultura na produção de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* wild.) está vinculado a Linha de Pesquisa de Sustentabilidade e Gestão de Recursos Naturais.

Impacto: A demanda surgiu a partir da necessidade de tecnologias que facilitem a recuperação de áreas degradadas, através da manutenção de culturas nativas com a utilização de insumos agrícolas ecologicamente viáveis.

Este projeto tem o objetivo de estimular o rápido crescimento e desenvolvimento de mudas de espécies nativas da Caatinga para recuperação áreas degradadas, através de técnicas de baixo custo.

O folder será útil para apresentar técnicas de produção de mudas, bem como proporcionar o reconhecimento da cultura mulungu como espécie de potencial uso na recuperação de áreas degradadas. Desta forma, a disponibilidade deste material, trará informações úteis, acessíveis e de fácil execução, principalmente, para aqueles que se dedicam à agricultura familiar e paisagismo com plantas nativas da Caatinga.

Inovação: O aspecto de inovação do produto será desenvolvido através da aplicação de técnicas de reúso de água residuária de piscicultura na produção de mudas de mulungu, uma cultura nativa. Além de buscar alternativas de fácil aplicabilidade para recuperação de áreas degradadas.

Complexidade: O projeto envolve uma interação com vários atores como: IFRN, Escola Agrícola de Jundiá (EAJ-UFRN) Laboratório de Aquicultura, docentes e a participação dos discentes do curso de Aquicultura, Agronomia e Zootecnia.

Tempo de permanência no viveiro

As mudas estarão prontas para plantio no campo 5 meses após a semeadura.

Agradecimentos

Agradecemos a parceria realizada entre a Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco e do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF) e o Instituto Federal de Educação e Ciências do Rio Grande do Norte – IFRN.

Equipe:

- ✓ Eng^a Agrônoma Anna Paula Marques Cardoso
- ✓ Professora Dra. Fabíola Gomes de Carvalho

Contatos:

IFRN/ PPgUSRN

E-mail: annagro2012@gmail.com



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE - IFRN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM USO
SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS NATURAIS

Produção de mudas de Mulungu (*Erythrina velutina* Wild) irrigadas com água residuária de piscicultura



Autor: Marlon Machado (2021)

Natal – RN
2021

Apresentação

Nos últimos anos a paisagem natural vem sofrendo mudanças expressivas, resultando em alterações das características originais e danos irreversíveis causados à fauna e à flora, sobretudo, devido à interferência antrópica. Nesse contexto, se faz necessário implementar ações que auxiliem a recuperação dessas áreas, a partir de estratégias sustentáveis, como a introdução de espécies nativas, como o Mulungu, em projetos de revegetação.

Mulungu - *Erythrina velutina* Willd.

A *Erythrina velutina* Willd. também conhecida popularmente por mulungu é uma espécie arbórea, nativa do Brasil, utilizada na medicina popular, arborização pública, possuindo grande importância na recuperação de áreas degradadas.



Foto 1: Mulungu (*Erythrina velutina* Willd.)
Fonte: webambiente (2021).

Sementes

As sementes de mulungu apresentam coloração vermelha e dureza do tegumento, sendo necessário, realizar a quebra da dormência, através de escarificação mecânica antes da semeadura.



Foto 2: Sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.)

Substrato para obtenção das mudas

Na formulação do substrato das mudas de mulungu é indicada a proporção, terra vegetal: bioestimulante à base de algas marinhas em 10:1, ou seja, para cada 10 kg de terra vegetal, acrescentar 0,1 kg de bioestimulante (uso opcional do bioestimulante).

Recipientes

Os recipientes a serem utilizados para formação das mudas de mulungu podem ser sacos de polietileno ou vasos de polipropileno com capacidade para 10 kg. Em cada recipiente são adicionadas 3 sementes, introduzidas a uma profundidade entre 1 e 2 cm.

Irrigação com água residuária de piscicultura

- Para utilização da água residuária de piscicultura é necessário monitorar a cada 15 dias os parâmetros de pH e condutividade elétrica;
- A diluição da água residuária de piscicultura com água doce deve ser realizada em uma proporção 50:50 (água residuária: água doce);
- Durante 3 meses, sempre no início da manhã ou ao fim da tarde, promover a irrigação diária das mudas com lâminas de água residuária diluída, de forma a manter a capacidade de campo do recipiente condicionador da muda.

Condução da muda no viveiro

Para manutenção e estímulo ao crescimento das mudas é necessário além de manter as mudas em viveiro com taxa de sombreamento de 50%, controlar a incidência de plantas daninhas, através de capinas manuais e promover a aeração do substrato, a partir de escarificação, otimizando a taxa de infiltração da água de irrigação e a manutenção da capacidade de campo no substrato.