



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
CEARÁIFCE *CAMPUS ARACATI*.
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE AQUICULTURA.**

FRANCISCO VANDERLINO FREITAS SOUZA.

**UTILIZAÇÃO DE MACROALGAS ARRIBADAS COMO
BIOFERTILIZANTES E REÚSO DE ÁGUAS DA PISCICULTURA NA
IRRIGAÇÃO PARA O CULTIVO DO MILHO *ZEA MAYS L.***

ARACATI-CEARÁ

2022

FRANCISCO VANDERLINO FREITAS SOUZA

UTILIZAÇÃO DE MACROALGAS ARRIBADAS COMO BIO
FERTILIZANTE E REÚSO DE ÁGUAS DA PISCULTURA NA
IRRIGAÇÃO PARA O CULTIVO DO MILHO *ZEA MAYS L.*

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia de Aquicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus Aracati*, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura. Área de concentração: Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Glácio Souza Araújo.

ARACATI-CEARÁ.

2022.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S729u Souza, Francisco Vanderlino Freitas.

USO DE MACROALGAS ARRIBADAS COMO BIO FERTILIZANTE E REÚSO DE ÁGUAS DA PISCICULTURA NA IRRIGAÇÃO PARA O CULTIVO DO MILHO ZEA MAYS L. : Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) / Francisco Vanderlino Freitas Souza. - 2022.
36 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal do Ceará, Bacharelado em Engenharia de Aquicultura, Campus Aracati, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Glácio Souza Araújo.

1. Benefício ecológico. 2. Performance produtiva. 3. Substrato agrícola. 4. Triplicata. I. Título.

CDD 639.3

FRANCISCO VANDERLINO FREITAS SOUZA

USO DE MACROALGAS ARRIBADAS COMO BIO FERTILIZANTE E
REÚSO DE ÁGUAS DA PISCICULTURA NA IRRIGAÇÃO PARA O
CULTIVO DO MILHO *ZEAMAYS L.*

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso engenharia de aquicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus AracatiCe*, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel. Área de concentração: Ciências agrárias.

Aprovado (a) em: 02 / 09 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Glácio Souza Araujo (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Aracati Ce.*

Prof^ª. Ma. Antonia Duciene Feitosa Lima.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus Aracati Ce.*

Prof. Me. Bruno e Silva Ursulino.

Instituto Federeral de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *campus Aracati Ce.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por tudo e a minha família, pelo incentivo.

Aos amigos e colegas de estudo, em especial aos que me acompanharam durante a graduação, que vivenciaram comigo os desafios e me ajudaram a vencê-los, agradeço o carinho, o apoio, o acolhimento, a paciência, os conselhos, os ensinamentos, as palavras motivadoras.

Aos professores, que muito contribuíram com minha formação acadêmica, agradeço os ensinamentos, as orientações, as lições de vida, os risos, a atenção. Vocês são verdadeiros mestres.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Glácio Souza Araujo por todos os conhecimentos repassados durante todo o curso, e durante a realização do presente trabalho.

Agradeço aos professores, Dr. Glácio Souza Araujo (Orientador), Ma. Antonia Duciene Feitosa Lima e Me. Bruno e Silva Ursulino por aceitarem fazer parte da banca de avaliação do presente trabalho, disponibilizando tempo e conhecimento para me ajudar na conclusão do mesmo.

Ao Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação do Ceará, campus Aracati, assim como a todos os funcionários do mesmo, por disponibilizarem estrutura e tempo para me ajudar na realização das mais diversas atividades.

A todas as outras pessoas que contribuíram de forma direta e indireta com a minha formação, muito obrigado a todos.

“De posse dos resultados obtidos neste trabalho, recomenda-se que outras pesquisas sejam realizadas usando as macroalgas arribadas, variando as concentrações, e água de reúso para o cultivo de outras cultivares com o intuito de produção de alimentos, ou seja, para fins ecológicos e econômicos.” (Souza, Francisco Vanderlino Freitas, 2022, 36).

RESUMO

A utilização de macroalgas marinhas como potencial biofertilizante existentes na linha de costa de uma determinada praia (algas arribadas), além de seu benefício ecológico, poderá trazer diversos efeitos benéficos nas plantas (potencial biofertilizante). O objetivo desse trabalho foi comparar o desempenho da cultura do milho através da inclusão de macroalgas marinhas arribadas diretamente no solo, em 15 tambores plásticos com capacidade para 20 litros cada. O solo foi constituído por areia fina e palha de carnaúba adubada com esterco bovino e ovinocaprino curtidos. Seis dias por semana, desde o preparo do solo até o final do cultivo, cada repetição foi irrigada duas vezes, manualmente, com três litros de água de um tanque de piscicultura. Cinco dias após o preparo do solo, foram inseridas as macroalgas, em quatro tratamentos com inclusão da biomassa de algas, sendo dois com lavagem e dois sem lavagem das mesmas com água destilada, nas concentrações de 5 e 10% do peso do substrato agrícola (TAL5 e TAL10, e TAN5 e TAN10, respectivamente), além de um tratamento controle sem inclusão das algas (TC). Todos os tratamentos foram realizados em triplicata. Dois dias após a inclusão das algas, foram plantadas as sementes do milho *Zea mays* L. (variedade BRS Caatingueiro), três por unidade experimental. O experimento teve uma duração de 98 dias. Os resultados obtidos mencionaram um efeito biofertilizante no tratamento onde utilizamos alga natural, sem lavagem, na concentração de 10% do substrato agrícola (TAN10) e no tratamento em que foi utilizado alga lavada, na concentração de 5% do substrato agrícola (TAL5) no número de espigas, e este último apresentou a maior quantidade de folhas (matéria verde fresca).

Palavras-chave: Benefício ecológico; Performance produtiva; Substrato agrícola; Triplicata.

ABSTRACT

The use of marine macroalgae as a potential biofertilizer on the shoreline of a particular beach ("agrounded" algae), in addition to its ecological benefit, may have several beneficial effects on plants (biofertilizer potential). The objective of this work was to compare the performance of the corn cultivation through the inclusion of agrounded marine macroalgae directly on the ground, in 15 plastic barrels with a capacity of 20 liters each. The soil consisted of fine sand and carnauba straw fertilized with tanned bovine and sheep manure. Six days a week, from soil preparation to the end of cultivation, each repetition was irrigated twice, manually, with three liters of water from a fish farming tank. Five days after soil preparation, the macroalgae were inserted in four treatments with the inclusion of algae biomass, it being two with washing and two without washing with distilled water, at concentrations of 5 and 10% of the weight of the agricultural substrate (TAL5 and TAL10, and TAN5 and TAN10, respectively), in addition to a control treatment without the inclusion of algae (TC). All treatments were performed in triplicate. Two days after the inclusion of the algae, the seeds of the maize *Zea mays* L. (variety BRS Caatingueiro) were planted, three per experimental unit. The experiment lasted 98 days. The results obtained mentioned a biofertilization effect in the treatment where we used natural seaweed, without washing, in the concentration of 10% of the agricultural substrate (TAN10), in the treatment in which washed seaweed was used in the concentration of 5% of the agricultural substrate (TAL5) and in the number of cobs, the latter presented the highest amount of leaves (fresh green matter).

Keywords: Ecological benefit; Productive performance; Agricultural substrate; Triplicate.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Macroalgas arribadas existentes na praia de Pontal de Maceió, município de Fortim, Ceará, Brasil utilizadas neste trabalho (misto de macroalgas arribadas das três classes; Chlorophyceae, Rhodophyceae e Phaeophyceae)..... | 17 |
| Figura 2 – Local de coleta das macroalgas arribadas utilizadas nesse trabalho: Brasil (a); Nordeste do Brasil e região do semiárido (b); Praia de Pontal de Maceió, município de Fortim, Ceará, Brasil (c, S1) e Instituto Federal do Ceará – IFCE, município de Aracati, Ceará, Brasil (c, S2)..... | 18 |
| Figura 3 – Preparo do solo para o plantio das sementes de milho utilizado nesse trabalho (2160g de solo e palha de carnaúba + 540g de esterco bovino e ovinocaprino = 2700g).. | 19 |
| Figura 4 – Tanque de cultivo de peixes utilizado nesse trabalho..... | 20 |
| Figura 5 – Disposição das duas fileiras, sendo uma com sete potes e a outra com oito potes, distantes 45 cm entre os potes e entre as fileiras utilizadas nesse trabalho, com a utilização de um sombrite visando reduzir a intensidade de sol sobre as plantas..... | 22 |
| Figura 6 – Desempenho do milho nos diferentes tratamentos utilizados nesse trabalho. | 24 |
| Figura 7 – Comprimento da espiga ao final do experimento..... | 24 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Composição química da ração FRI-RIBE contendo 28% de proteína bruta destinada para a alimentação dos peixes. Fonte: FRI-RIBE..... | 20 |
| Tabela 2 – Descrição dos tratamentos utilizados nesse trabalho..... | 21 |
| Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos analisados na água de cultivo das tilápias, destinada para a irrigação das plantas, em todo o experimento..... | 26 |
| Tabela 4 – Média e desvio padrão das três repetições do Tempo de emergência (E), Taxa de emergência das sementes (TES), Número de ervas daninhas (ED), Tempo de nascimento da parte macho (PM) e da parte fêmea das plantas (PF), Tempo de emergência das espigas (ES), Número total de espigas por planta (PES) e a Porcentagem de espigas por planta (PEP) do referido experimento..... | 28 |
| Tabela 5 – Média e desvio padrão das três repetições do Comprimento da planta (CP), Comprimento da espiga (CE), Peso da espiga (PE), Peso das plantas (PP), além do Número total de folhas por planta (NTF) do referido experimento..... | 30 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------------------------------------|---|
| BRS | Brseeds Produção e Comércio de Sementes |
| Cm | Centímetro |
| cm dia ⁻¹ | Centímetro por dia |
| CO ₂ | Gás Carbonico |
| COEMA | Conselho Estadual do Meio Ambiente |
| FAO | Food and Agriculture Organization |
| g | Gramma |
| g L ⁻¹ | Gramma por litro |
| IFCE | Instituto Federal do Ceará |
| L | Litro |
| LTA | Laboratório de Tecnologias Aquícolas |
| LUX | Unidade de Medida de Luminosidade |
| m | Metro |
| µg L ⁻¹ | Micrograma por litro |
| µS L ⁻¹ | Microsiemens por litro |
| mg L ⁻¹ | Miligrama por litro |
| mg CaCO ₃ L ⁻¹ | Miligrama de Carbonato de Cálcio por litro |
| mL ha ⁻¹ | Mililitro por hectare |
| mg kg ⁻¹ | Miligrama por Quilo |
| TC | Tratamento controle, sem a utilização de macroalgas |
| TAL 5 | Tratamento com Alga Lavada a 5% do substrato |
| TAL 10 | Tratamento com Alga Lavada a 10% do substrato |
| TAN 5 | Tratamento com Alga Natural a 5% do substrato |
| TAN 10 | Tratamento com Alga Natural a 10% do substrato |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|------|---------------|
| US\$ | Dólar |
| °C | Graus Celsius |
| Nº | Número |
| % | Porcentagem |

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 1.1 Objetivo do trabalho | 16 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 17 |
| 2.1. Coleta das Macroalgas | 17 |
| 2.1.2. Preparo do solo e plantio das sementes | 18 |
| 2.1.3. Irrigação das unidades produtivas | 19 |
| 2.1.4. Características do tanque de cultivo de peixes | 19 |
| 2.1.5. Espécie cultivada..... | 20 |
| 2.1.6. Qualidade da água na irrigação das plantas | 23 |
| 2.1.7. Desempenho dos vegetais..... | 23 |
| 2.1.8. Análises estatísticas | 25 |
| 2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 2.2.1. Qualidade de água..... | 26 |
| 2.2.2. Desempenho das plantas | 28 |
| 3. CONCLUSÃO | 33 |
| REFERÊNCIAS..... | 34 |

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), em 2020, a produção mundial de pescado (pesca e aquicultura) foi de aproximadamente 177,8 milhões de toneladas, sendo 90,3 milhões de toneladas provenientes da pesca e 87,5 milhões de toneladas provenientes da aquicultura. As exportações mundiais de produtos aquáticos em 2020, excluindo as algas, totalizaram cerca de 60 milhões de toneladas de peso vivo, no valor de US\$ 151 bilhões. Somente em relação à aquicultura, a maior quantidade foi produzida em água doce (54,4 milhões de toneladas, 62,2% do total mundial) quando comparada à água salobra e salgada (33,1 milhões de toneladas, 37,8% do total mundial). A produção aquícola global manteve sua tendência de crescimento em 2020 em meio à disseminação mundial da pandemia de COVID-19, embora com diferenças entre as regiões e entre os países produtores. A piscicultura permaneceu estável com flutuações mínimas em torno de 66%, respondendo pela maior parte da aquicultura mundial por décadas. Em 2020, os peixes cultivados atingiram 57,5 milhões de toneladas (US\$ 146,1 bilhões), incluindo 49,1 milhões de toneladas (US\$ 109,8 bilhões) da aquicultura interior e 8,3 milhões de toneladas (US\$ 36,2 bilhões) da maricultura e da aquicultura costeira (FAO, 2022).

Ainda segundo a FAO, em 2020, o grupo de organismos que apresentou maior destaque na aquicultura foram os peixes de água doce, seguidos das algas marinhas, mostrando a grande importância da piscicultura na produção de alimentos em todo o mundo. De acordo com os dados, o desenvolvimento da aquicultura tem apresentado diferentes padrões flutuantes de crescimento entre as regiões. Na maior região produtora, a Ásia, o crescimento no período de 1990 a 2020 foi relativamente estável nos principais países, embora com taxas de crescimento decrescentes. Outras regiões tiveram crescimento relativamente flutuante no mesmo período, apresentando desempenho negativo em alguns anos. A Ásia dominou esmagadoramente a aquicultura mundial por décadas, produzindo 91,6% dos animais aquáticos e algas em todo o mundo no referido ano. No entanto, existem enormes diferenças no nível de desenvolvimento da aquicultura entre os países da Ásia. Países como a Mongólia, Timor-Leste e alguns da Ásia Central e Ocidental precisam de um desenvolvimento acelerado da aquicultura para explorar seu potencial aquícola (FAO, 2022).

O cultivo global de algas, dominado por macroalgas marinhas, em 2020, aumentou em 1,4 por cento (35,1 milhões de toneladas) com relação ao ano de 2019, onde foram produzidas 34,6 milhões de toneladas. Alguns dos principais países

produtores incluem a China e Japão, com um crescimento em 2020, enquanto no Sudeste Asiático e na República da Coreia ocorreu declínio na produção (FAO, 2022).

A Indonésia aumentou a produção de algas marinhas de menos de quatro milhões de toneladas em 2010 para mais de 11 milhões de toneladas em 2015 e 2016 (FAO, 2018). Ainda segundo a FAO, algumas espécies de macroalgas, como *Undaria pinnatifida* (Ochrophyta, Phaeophyceae), *Porphyra/Pyropia* spp. (Rhodophyta) e *Caulerpa* spp. (Chlorophyta), produzidas no leste e sudeste asiático são produzidas quase exclusivamente para consumo alimentar humano direto.

O rápido crescimento na produção de espécies de algas vermelhas tropicais (*Kappaphycus alvarezii* e *Eucheuma* spp.) na Indonésia como matéria-prima para extração de carragenana foi o principal contribuinte para o crescimento em produção de plantas aquáticas nos últimos anos. Vários países orientais tradicionalmente consomem algas marinhas como alimento, principalmente o Japão, China e Coreia (DAWES, 1995), em razão de seu elevado valor nutricional como fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais (ARASAKI; ARASAKI, 1983; WONG; CHEUNG, 2000). O grande interesse econômico também é justificado pela crescente demanda por ficocolóides para diferentes usos nas indústrias farmacêutica, alimentícia e de cosméticos (ARMISEN, 1995).

Em regiões tropicais, é importante destacar o gênero *Gracilaria* (Rhodophyta), que é amplamente cultivado devido ao seu alto rendimento de ágar (TROELL *et al.*, 1999; MARINHO-SORIANO; BOURRET, 2005). Dentre as espécies mais cultivadas, destacam-se *G. parvispora* (GLENN *et al.*, 1999), *Agarophyton chilense* (anteriormente denominada *Gracilaria chilensis*) (NORAMBUENA, 1996) e *G. lemaneiformis* (YANG *et al.*, 2006).

Na faixa de areia ou próximo a os colchões rochosos do litoral é comum encontrar massas de macroalgas acumuladas denominadas algas arribadas (BRITO *et al.*, 2018). As estruturas de fixação desses organismos ao substrato marinho são os apressórios que ao se romperem deixam as algas soltas na água do mar sujeitas a variação de umidade, temperatura, salinidade e luz, as forças abrasivas do movimento marinho formam massas flutuantes visíveis em padrões estriados ou camadas nos colchões rochosos (RAVEN *et al.*, 2014).

A utilização de macroalgas marinhas como potencial biofertilizante existentes na linha de costa de uma determinada praia tem seu benefício ecológico, por utilizar esse composto e evitar a retirada de plantas em bancos naturais, minimizando a extração nesses ambientes. Além disso, poderá trazer efeitos benéficos nas plantas como a germinação, um melhor desempenho e rendimento das culturas, uma resistência elevada ao estresse abiótico e biótico, uma maior absorção de nutrientes do solo e uma maior resistência a pragas e doenças.

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família *Poaceae* e é uma espécie originária da América do Norte, com centro de origem genética no México, geralmente é consumido in natura para alimentação animal e humana, apresentando também diversificada utilização industrial. É o cereal mais cultivado no mundo, devido à sua adaptabilidade aos diferentes climas e solos, assim como, ao seu alto potencial produtivo e valor nutritivo, é, também, o principal grão presente na formulação de rações animais e fonte básica na alimentação humana, gerando importante impacto socioeconômico (CERATTI *et al.*, 2015; VENEGAS *et al.*, 2012). Comparando o desenvolvimento da cultura do milho *Zea mays* L. em tratamentos experimentais que utilizam 2700 g de substratos agrícolas adicionados de 135 g e 270 g respectivamente da biomassa das algas arribadas (5 e 10% do substrato). A análise foi comparativa com o tratamento que utilizou apenas o substrato agrícola (2700 g), foi observado a produção, a resistência às adversidades da cultura e defesa contra as pragas sem fazer uso de agrotóxicos trazendo assim, benefícios para a saúde humana e animal.

1.1 Objetivo do trabalho

O objetivo desse trabalho foi comparar o efeito biofertilizante das macroalgas arribadas disponíveis na faixa de areia e colchões rochosos do litoral leste do Ceará no Brasil, e a irrigação utilizando água dos tanques de cultivo de peixes para o desenvolvimento da cultura do milho *Zea mays* L. em tambores plásticos de 20 litros contendo substrato agrícola.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta das Macroalgas

Exemplares de várias espécies de macroalgas bentônicas existentes na linha de praia (algas arribadas) (Figura 1), que englobaram as Classes Chlorophyceae (verdes), Classe Rhodophyceae (vermelhas) e Classe Phaeophyceae (Ochrophyta), marrons, utilizadas neste trabalho foram coletadas na praia de Pontal de Maceió, município de Fortim, Ceará, Brasil, no dia 22 de outubro de 2021, em maré baixa, de 0,4 m e lua cheia, período em que se verifica grande amplitude de maré, facilitando a coleta dessas plantas, que foram relativamente abundantes na faixa de areia.

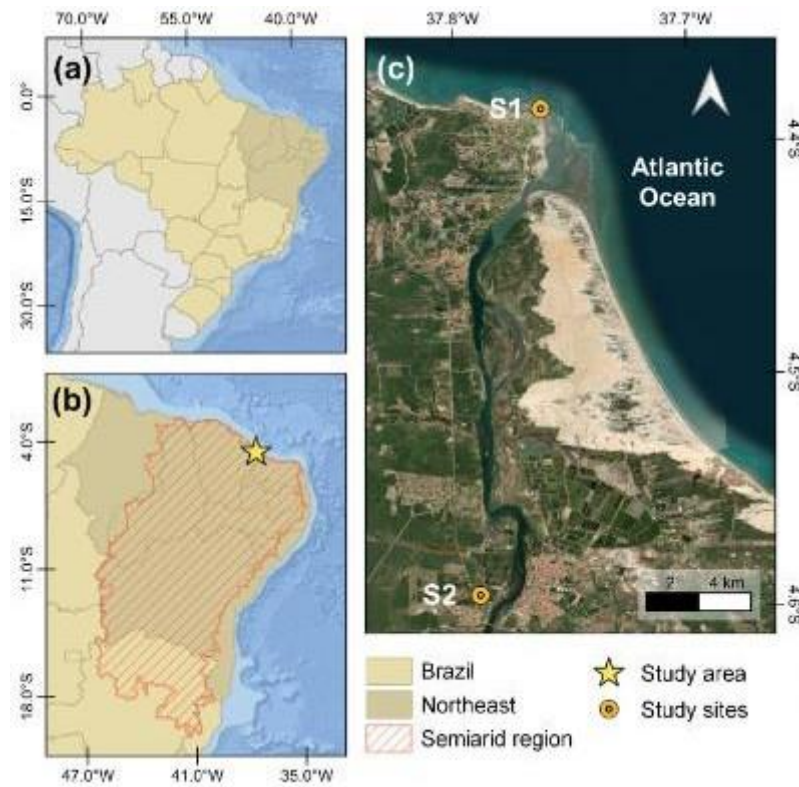
Figura 1 – Macroalgas arribadas existentes na praia de Pontal de Maceió, município de Fortim, Ceará, Brasil utilizadas neste trabalho (misto de macroalgas arribadas das três classes; Chlorophyceae, Rhodophyceae e Phaeophyceae).



Fonte: Arquivo pessoal.

As macroalgas foram colocadas em sacos plásticos contendo um pouco de água do mar, do próprio ambiente, e transportadas rapidamente para a Estação de Piscicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Aracati, Ceará, Brasil (Figura 2), onde foram devidamente limpas, separando os sedimentos e outros materiais, como por exemplo, o lixo. Vale salientar que as algas foram utilizadas em dois tipos, com e sem lavagem com água destilada, em duas concentrações de 5 e 10% do substrato agrícola o que resultou em 135 g e 270 g, respectivamente, da biomassa das algas arribadas além de um tratamento controle que contava apenas com o substrato agrícola, o estudo visa saber o potencial biofertilizante das algas arribadas.

Figura 2 – Local de coleta das macroalgas arribadas utilizadas nesse trabalho: Brasil (a); Nordeste do Brasil e região do semiárido (b); Praia de Pontal de Maceió, município de Fortim, Ceará, Brasil (c, S1) e Instituto Federal do Ceará – IFCE, município de Aracati, Ceará, Brasil (c, S2).



Fonte: Arquivo pessoal.

2.1.2. Preparo do solo e plantio das sementes

Para o cultivo do milho, foram utilizados 15 tambores plásticos com capacidade para 20 litros, com alguns furos na região inferior, pra facilitar o escoamento do excesso de água. Em cada unidade experimental, foi utilizado o mesmo tipo de solo, constituído por areia fina e palhade carnaúba, *Copernicia cerifera*, adubada com 540 g de esterco bovino, ovino e caprino curtidados (Figura 3). O peso total do substrato e do esterco, em cada unidade experimental, foi de 2700 g, na proporção de 4:1, respectivamente, misturados com o auxílio de uma enxada.

Figura 3 – Preparo do solo para o plantio das sementes de milho utilizado nesse trabalho (2160 g de solo e palha de carnaúba + 540g de esterco bovino e ovinocaprino = 2700 g).



Fonte: Arquivo pessoal.

2.1.3. Irrigação das unidades produtivas

Seis dias por semana, desde o preparo do solo até o final do cultivo do milho, que teve duração de 98 dias, cada repetição foi irrigada duas vezes diariamente com a utilização de um regador manual com três litros de água de um tanque de piscicultura, rico em nutrientes (presença de elevada produtividade primária), totalizando um regime de irrigação diário de seis litros, caracterizando um reúso de águas da aquicultura para a agricultura na produção do milho. A prática do reúso de águas no estado do Ceará é regulamentada pela lei nº 16.033/16 que trata do reúso de águas para fins agrícolas e florestais, bem como também a resolução COEMA nº 2/2017 que regulamenta os padrões de água para reúso não potável.

2.1.4. Características do tanque de cultivo de peixes

O tanque de cultivo de peixes utilizado nesse trabalho (Figura 4) era circular, com raio de 3 m e capacidade de 28,26 metros cúbicos de volume útil abastecido com água proveniente de um poço subterrâneo e estocado com 400 peixes entre machos e fêmeas da espécie tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.

Figura 4 – Tanque de cultivo de peixes utilizado nesse trabalho.



Fonte: Arquivo pessoal.

2.1.5. Espécie cultivada

Os 400 peixes da espécie tilápia do Nilo, *O. niloticus*, apresentavam peso médio de 80g na densidade de 14,15 unidades por metro cúbico, cultivados sem aeração artificial e regime alimentar de 4 vezes por dia (08h00min; 11h00min; 14h00min; 17h00min), na taxa de 3,5% de biomassa diária, com ração balanceada contendo 28% de proteína bruta (Tabela 1), não sendo alimentadas aos domingos, assim como a irrigação.

Tabela 1 – Composição química da ração FRI-RIBE contendo 28% de proteína bruta destinada para a alimentação dos peixes. Fonte: FRI-RIBE.

| Níveis de garantia | % |
|---|--------|
| Umidade | 12,00 |
| Proteína bruta | 28,00 |
| Extrato etéreo | 3,00 |
| Matéria fibrosa | 8,00 |
| Matéria mineral | 11,00 |
| Cálcio | 1,80 |
| Fósforo | 0,60 |
| Vitamina C polifosfatada (mg kg ⁻¹) | 200,00 |

O tanque utilizado nesta pesquisa foi sifonado uma vez por semana, onde era renovado cerca de 50% do seu volume. Após esse processo, era completado o volume com água subterrânea. No momento em que era realizada essa tarefa, a água era direcionada para uma lagoa de sedimentação para ser reutilizada no sistema e em fertiirrigação.

Cinco dias após o preparo do solo, foram inseridas as macroalgas marinhas, e conforme descrito anteriormente, foram quatro tratamentos com inclusão da biomassa de algas arribadas, sendo dois com lavagem das mesmas com água destilada, nas concentrações de 5 e 10% do peso do substrato agrícola resultando em 135 g e 270 g da biomassa das algas arribadas (TAL5 e TAL10, respectivamente) e dois sem lavagem das algas com água destilada, também em duas diferentes concentrações, 5 e 10% do peso do substrato agrícola (TAN5 e TAN10, respectivamente), além de um tratamento controle sem inclusão da biomassa das algas (TC) que utilizou apenas as 2700 g do substrato (Tabela 2). Todos os tratamentos foram realizados em triplicata, totalizando assim, quinze unidades de cultivo, que ficaram dispostos em posições eventuais escolhidas por sorteio. Dois dias após a inclusão das algas, foram plantadas três sementes do milho *Zea mays* L. (variedade BRS Caatingueiro), por unidade experimental.

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos utilizados nesse trabalho.

| Tratamento | Descrição | Número de repetições |
|------------|--|----------------------|
| TAN 5 | Tratamento com alga natural contendo 5% do substrato agrícola | 3 |
| TAN 10 | Tratamento com alga natural contendo 10% do substrato agrícola | 3 |
| TAL 5 | Tratamento com alga lavada contendo 5% do substrato agrícola | 3 |
| TAL 10 | Tratamento com alga lavada contendo 10% do substrato agrícola | 3 |
| TC | Tratamento controle, sem a utilização de macroalgas | 3 |

O experimento teve uma duração de 98 dias após o plantio das sementes e foi realizado em um canteiro experimental de 10 x 10 m de área, existente ao lado da Estação de Piscicultura do IFCE Campus Aracati. As quinze unidades experimentais foram dispostas em duas fileiras, sendo uma com sete potes e a outra com oito potes, distantes 45 cm entre os potes e entre as fileiras. Vale salientar que sobre as plantas foi colocado um sombrite visando reduzir a intensidade de sol sobre as plantas, mas que foi retirado completamente após sessenta dias do início do experimento, devido ao início da floração da planta, a parte masculina poderia sofrer algum dano caso ficasse em contato com a estrutura do sombrite (Figura 5). A iluminância média durante todo o experimento foi de 88.300 lux, mensurada em um luxímetro digital, e a temperatura foi de 30 °C, ambas verificadas ao meio-dia. Por fim, ocorreu pouca incidência de chuvas no decorrer do experimento.

Figura 5 – Disposição das duas fileiras, sendo uma com sete potes e a outra com oito potes, distantes 45 cm entre os potes e entre as fileiras utilizadas nesse trabalho, com a utilização de um sombrite visando reduzir a intensidade de sol sobre as plantas.



Fonte: Arquivo pessoal.

2.1.6. Qualidade da água na irrigação das plantas

No decorrer do experimento, uma amostra da água de cultivo das tilápias foi colhida, às 10h00min, em uma garrafa plástica e transportada imediatamente para o Laboratório de Tecnologias Aquícolas LTA, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Aracati, Ceará, Brasil, para analisar sua qualidade. A transparência foi mensurada utilizando um disco de Secchi de 30 cm de diâmetro e o oxigênio dissolvido com um oxímetro YSI 55 da Bernauer Aquacultura, ambos no tanque de cultivo dos peixes. Todos os demais parâmetros foram analisados no referido laboratório.

2.1.7. Desempenho dos vegetais

Em cada repetição foi observado o tempo (E) e a taxa de emergência das sementes (TES) (Figura 6), o número de ervas daninhas em todo o experimento (ED), que foram retiradas, o tempo de nascimento da parte macho (PM) e da parte fêmea das plantas (PF), o tempo de emergência das espigas (ES), com o número total de espigas por planta (PES) e a porcentagem de espiga por planta (PEP), o comprimento (CE) (Figura 7), o peso das espigas com a palha (PE). Ao final do experimento, todas as plantas foram cortadas próximas à raiz, e mensurada a altura (CP) e o peso das plantas (PP), além do número total de folhas por planta (NTF), em cada repetição. Vale salientar que a taxa de crescimento para a altura da planta, dividindo o tamanho da mesma pelo tempo de cultivo.

Figura 6 – Desempenho do milho nos diferentes tratamentos utilizados nesse trabalho.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 7 – Comprimento da espiga ao final do experimento.



Fonte: Arquivo pessoal.

2.1.8. Análises estatísticas

Os dados referentes ao desempenho dos vegetais, descritos no item anterior, foram processados por análise de variância e a significância das diferentes fontes de variação (definida como $p < 0,05$) foi testada pelo teste de múltiplos intervalos de Duncan (KARMAKAR *et al.*, 2021; GOLUBKINA *et. al.*, 2020; SALETNIK *et al.*, 2019) no software Statistica 10.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.1. Qualidade de água

Os parâmetros físico-químicos obtidos da água de cultivo das tilápias estão representados na Tabela 3. Como podemos observar, a transparência da água apresentou um valor relativamente baixo (26,0 cm), o que demonstra a elevada quantidade de plâncton presente nesse ambiente devido à abundância de nutrientes, ideal para o bom desenvolvimento das plantas. Segundo Boyd (1992), a produção de peixes aumenta linearmente com a taxa de alimentação, enquanto a deterioração da qualidade da água, exponencialmente.

Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos analisados na água de cultivo das tilápias, destinada para a irrigação das plantas, em todo o experimento.

| Parâmetros físico-químicos | Valores encontrados |
|--|---------------------|
| Transparência (cm) | 26,0 |
| Temperatura (°C) | 28,6 |
| pH | 5,8 |
| Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹) | 8,2 |
| Amônia (mg L ⁻¹) | 0,524 |
| Nitrito (mg L ⁻¹) | 1,253 |
| Ferro (µg L ⁻¹) | 1,665 |
| Fósforo (mg L ⁻¹) | 0,003 |
| Condutividade (µS L ⁻¹) | 578 |
| Salinidade (g L ⁻¹) | 0,30 |
| Dureza (mg CaCO ₃ L ⁻¹) | 35 |
| Alcalinidade (mg CaCO ₃ L ⁻¹) | 112 |
| CO ₂ (mg L ⁻¹) | 0 |

No momento da coleta da água (10h00min), foi verificado um pH relativamente baixo (5,8), bem como uma alta concentração de oxigênio dissolvido (8,2 mg L⁻¹), já que neste horário a produção deste último parâmetro aumenta devido à intensificação da fotossíntese. Durante a noite, a biomassa algal consome oxigênio, competindo com os animais, o que acarreta uma situação de baixo conforto para as tilápias, o que também é demonstrado quanto aos elevados níveis de amônia (0,524 mg L⁻¹) e nitrito (1,253 mg L⁻¹) na água o que acende um sinal de alerta pois pode acarretar intoxicação e

mortalidade dos peixes, para os vegetais os nitrogenados passam pelo processo de nitrificação através das bactérias nitrificantes, que transformam esses compostos em nitrato e assim disponíveis a os vegetais. O fósforo encontrado na amostra da água favorece o solo de cultivo pois se trata de um nutriente indispensável a os cultivares. A quantidade de salinidade presente na amostra de água analisada não oferece problema ao solo ou no desenvolvimento das plantas de milho.

Islam *et al.* (2022) estudaram os efeitos da elevada temperatura da água em juvenis da tilápia do Nilo, *O. niloticus*, com base na taxa de consumo de oxigênio, fisiologia do sangue e morfologia das brânquias em diferentes temperaturas (31; 34 e 37 °C), em triplicata, por um período de 28 dias. Os resultados mostraram que a taxa de consumo de oxigênio aumentou significativamente na temperatura de 37 °C, enquanto nenhuma diferença significativa foi observada em 31 e 34 °C. A hemoglobina e os glóbulos vermelhos diminuíram significativamente em 37 °C após 14 e 28 dias de exposição, enquanto os níveis de glicose no sangue mostraram o cenário oposto. Os autores mencionaram que existe uma estratégia fisiológica adaptativa dessa espécie com relação às mudanças climáticas, com alteração na taxa de consumo de oxigênio, morfologia branquial e parâmetros sanguíneos.

Segundo Kubitza (2003), a exposição contínua dos peixes a concentrações de amônia aoredor de 0,1 mg L⁻¹, próximo ao valor encontrado no cultivo das tilápias, pode causar irritação e danos às brânquias, além de reduzir o crescimento. Conforme o autor, a exposição contínua a concentrações sub-letais de nitrito (0,3 a 5,0 mg L⁻¹) pode causar redução no crescimento e na resistência dos animais às doenças. Em peixes de água doce, concentrações de nitrito entre 0,7 e 200 mg L⁻¹ podem causar grande mortalidade.

Como descrito anteriormente, essas características são decorrentes da abundância de nutrientes nessa água, em virtude da alimentação com ração balanceada, excretas dos animais etc., mas que são ideais para o desempenho das plantas, especialmente o milho, *Zea mays* L

2.2.2. Desempenho das plantas

A Tabela 4 apresenta as variáveis relacionadas ao desempenho das plantas até a formação das espigas.

Tabela 4 – Média e desvio padrão das três repetições do Tempo de emergência (E), Taxa de emergência das sementes (TES), Número de ervas daninhas (ED), Tempo de nascimento da parte macho (PM) e da parte fêmea das plantas (PF), Tempo de emergência das espigas (ES), Número total de espigas por planta (PES) e a Porcentagem de espigas por planta (PEP) do referido experimento.

| Tratamentos | E (dias) | TES (%) | ED | PM (dias) | PF (dias) | ES (dias) | PES | PEP (%) |
|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| TC | 7,00±0,00 | 22,22±19,25 | 1,67±2,08 | 58,00±33,49 | 68,00±39,26 | 77,00±44,46 | 1,00±0,58 | 0,33±0,58 |
| TAN5 | 6,00±1,00 | 66,67±33,33 | 3,33±2,31 | 60,67±5,69 | 67,00±5,29 | 76,33±1,54 | 2,00±1,00 | 1,00±0,00 |
| TAN10 | 6,00±0,00 | 66,67±0,00 | 2,00±2,00 | 56,00±32,33 | 62,00±35,81 | 76,50±44,17 | 4,00±2,52 | 1,33±1,26 |
| TAL5 | 7,00±0,58 | 55,56±19,25 | 2,00±1,00 | 57,00±32,92 | 63,50±36,67 | 76,00±43,89 | 3,00±2,00 | 1,33±1,00 |
| TAL10 | 7,00±0,58 | 66,67±33,33 | 0,33±0,58 | 64,33±2,31 | 69,00±3,46 | 76,00±1,00 | 1,67±1,15 | 0,83±0,29 |

Letras iguais nas colunas indicam ausência de diferenças significativas ao nível de 5%.

Como podemos observar, o menor tempo de emergência das plantas ocorreu nos tratamentos com algas sem lavagem nas duas concentrações de 5 e 10% do substrato agrícola (TAN5 e TAN 10), 6,00±1,00 e 6,00±0,00 dias, ou seja, apresentou o menor tempo de emergência das plantas. Os demais tratamentos, incluindo o controle, a emergência ocorreu em sete dias.

Com relação a taxa de emergência das sementes (TES) que relaciona o número de plantas que germinaram pelo número de sementes plantadas, os melhores resultados também foram obtidos nos tratamentos com algas sem lavagem nas duas concentrações e no tratamento com alga lavada, na concentração de 10% do substrato agrícola (TAL10), com valores de 66,67±33,33%; 66,67±0,00% e 66,67±33,33, respectivamente, ou seja na taxa de germinação (TES) os valores foram superiores a os apresentados nos tratamentos com alga lavada, na concentração de 5% do substrato agrícola (TAL5), 55,56±19,25% e controle (TC), 22,22±19,25% (Tabela 4), sendo este a pior taxa de emergência das sementes, mostrando que as macroalgas arribadas como biofertilizante apresentaram efeito positivo na germinação do milho *Zea mays* L.

Conforme observado, com relação ao número de ervas daninhas em todo o experimento (ED), o tratamento que apresentou a menor quantidade foi com a alga lavada, na concentração de 10% do substrato agrícola (TAL10), com apenas $0,33 \pm 0,58$ plantas, bem inferior ao tratamento com alga lavada, na concentração de 5% do substrato agrícola (TAL5), $3,33 \pm 2,31$ plantas, mostrando que a alga lavada, na maior concentração, pode ter evitado o maior nascimento de ervas daninhas, conforme a Tabela 4.

Com o decorrer do cultivo, o menor tempo de nascimento da parte macho (PM; flor masculina) e da parte fêmea das plantas (PF; flor feminina), ocorreu no tratamento com algas sem lavagem na concentração de 10% do substrato agrícola (TAN 10), $56,00 \pm 32,33$ e $62,00 \pm 35,81$ dias, respectivamente. Nessas condições, o maior tempo ocorreu no tratamento com alga lavada, na concentração de 10% do substrato agrícola (TAL10), $64,33 \pm 2,31$ e $69,00 \pm 3,46$ dias, respectivamente (Tabela 4).

Com relação ao tempo de emergência das espigas (ES), que ocorreram entre o 76 e 77º dias, destaca-se o tratamento com algas lavadas, nas duas concentrações (TAL 5 e 10%). Sobre o número total de espigas por planta (PES), o melhor tratamento foi com algas sem lavagem na concentração de 10% do substrato agrícola (TAN 10), em um total de $4,00 \pm 2,52$ espigas, com a melhor taxa por planta (PEP), $1,33 \pm 1,26\%$, superior aos demais, sendo a menor quantidade de espigas e a taxa por planta foi no tratamento controle, com valores de $1,00 \pm 0,58$ espigas e $0,33 \pm 0,58\%$, respectivamente, mostrando novamente, um efeito biofertilizante das macroalgas arribadas no desempenho de espigas de milho. Já o melhor comprimento (CE) e o peso das espigas com a palha (PE) ocorreu no tratamento com alga lavada, na concentração de 10% do substrato agrícola (TAL10), com valores de $27,75 \pm 8,01$ cm e $137,16 \pm 86,02$ g, respectivamente, sendo este último, com diferença significativa do tratamento controle (menor comprimento e peso das espigas com palha) ($p < 0,05$), mas não dos demais (Tabela 4).

Pinto *et al.* (2010) avaliaram as características agrônômicas e químico-bromatológica de diferentes cultivares de milho para ensilagem, durante o tempo de 105 a 114 dias. Os autores verificaram que o número de espigas variou de 0,9 a 1,1, bem inferior ao obtido nesse trabalho ($4,00 \pm 2,52$ espigas), no tratamento TAN10. Apenas no tratamento controle (TC), sem a utilização de macroalgas com efeito biofertilizante, os dados foram similares ao obtido pelos autores ($1,00 \pm 0,58$ espigas), mostrando a importância dessas plantas para a produção de espigas de milho.

Ao final do experimento, com as plantas cortadas próximas à raiz, a altura das plantas (CP) foi maior no tratamento em que foi utilizado alga lavada, na concentração de 10% do substrato agrícola (TAL10) ($1,88 \pm 0,50$ m), seguido do tratamento com alga natural, na concentração de 5% do substrato agrícola (TAN5) ($1,80 \pm 0,07$ m), mostrando que ao inserir algas lavadas, sem sal, na maior concentração (TAL10), favoreceu o desempenho dos vegetais com uma maior matéria verde fresca, esses dados indicam a possibilidade útil para outros fins, como forragem para animais (Tabela 5).

Tabela 5 – Média e desvio padrão das três repetições do Comprimento da planta (CP), Comprimento da espiga (CE), Peso da espiga (PE), Peso das plantas (PP), além do Número total de folhas por planta (NTF) do referido experimento.

| Tratamentos | CP (m) | CE (cm) | PE (g) | PP (g) | NTF |
|-------------|-----------------|------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| TC | $1,72 \pm 1,00$ | $14,00 \pm 8,08^a$ | $20,00 \pm 11,55^a$ | $176,75 \pm 102,24$ | $10,00 \pm 5,86^a$ |
| TAN5 | $1,80 \pm 0,07$ | $23,27 \pm 4,10^{ab}$ | $72,67 \pm 34,21^{ab}$ | $206,75 \pm 67,09$ | $13,83 \pm 1,44^{ab}$ |
| TAN10 | $1,62 \pm 0,16$ | $20,10 \pm 11,71^{ab}$ | $101,61 \pm 88,58^{ab}$ | $209,23 \pm 112,27$ | $15,50 \pm 4,82^{ab}$ |
| TAL5 | $1,49 \pm 0,28$ | $26,25 \pm 15,26^{ab}$ | $43,03 \pm 26,98^{ab}$ | $169,13 \pm 11,95$ | $17,33 \pm 7,57^b$ |
| TAL10 | $1,88 \pm 0,50$ | $27,75 \pm 8,01^b$ | $137,16 \pm 86,02^b$ | $224,67 \pm 106,16$ | $14,83 \pm 1,61^{ab}$ |

Letras iguais nas colunas indicam ausência de diferenças significativas ao nível de 5%.

Santos *et al.* (2013) avaliaram o efeito bioestimulante de produtos comerciais no desenvolvimento inicial de plântulas de milho da cultivar BRS 1055 quanto aos indicadores de qualidade fitotécnica. Os autores verificaram que o tratamento em que utilizaram um bioestimulante do sistema radicular (BU-RG) juntamente com o tratamento com fertilizante orgânico obtido por fermentação biológica natural através da bactéria do gênero *Brevibacterium* sp. (BU-VG), na dosagem de $100 + 500$ mL ha⁻¹, apresentou a maior taxa de crescimento para altura da planta ($1,84$ cm dia⁻¹), mas inferior ao melhor resultado obtido nesse trabalho ($1,92$ cm dia⁻¹) (TAL 10).

Pinto *et al.* (2010) obtiveram alturas das plantas variando de $182,6$ (cultivar AGN-3150, super precoce) a $247,0$ cm (cultivar AG-122, precoce) para ensilagem, durante o tempo de 105 a 114 dias, bem superior aos resultados obtidos em todos os tratamentos dessa pesquisa, com exceção do TAL 10 ($1,88 \pm 0,50$ cm), podendo estar relacionado com as unidades produtivas utilizadas no referido estudo.

O peso das plantas (PP) também foi maior no tratamento em que foi utilizado alga lavada, na concentração de 10% do substrato agrícola (TAL10) ($224,67 \pm 106,16$ g), seguido do tratamento com alga natural, mas na concentração de 10% do substrato agrícola (TAN10) ($209,23 \pm 112,27$ g), mostrando também que ao inserir algas lavadas, na maior concentração (TAL10), favoreceu o desempenho dos vegetais em relação ao peso da massa

fresca (Tabela 5). Por fim, com relação ao número de folhas por planta (NTF), foi constatado a maior quantidade no tratamento em que foi utilizado alga lavada, na concentração de 5% do substrato agrícola (TAL5) ($17,33 \pm 7,57$), diferente significativamente do tratamento controle ($p < 0,05$), que apresentou a menor quantidade de folhas ($10,00 \pm 5,86$), mas não em relação aos demais, o que comprova também que a inclusão de algas, lavadas ou sem lavagem (TAL; TAN), em ambas as concentrações utilizadas, foi capaz de gerar uma maior quantidade de folhas quando

comparado ao tratamento sem a utilização das macroalgas como biofertilizante (Tabela 5).

Além do efeito positivo da fertilização das macroalgas, o excesso de nutrientes, contido na água utilizada na irrigação proveniente do tanque de cultivo das tilápias, parecem ter sido direcionado para o melhor desempenho das plantas (fitotécnico) e da quantidade de espigas (produtividade).

As espigas são os produtos de comercialização do milho e este experimento mostrou uma maior presença desses constituintes no tratamento em que foi utilizado alga natural, sem lavagem, na concentração de 10% do substrato agrícola (TAN10) e no tratamento em que foi utilizado alga lavada, na concentração de 5% do substrato agrícola (TAL5), gerando uma maior receita, além de se utilizar uma água de cultivo de peixes, não descartando ao ambiente, o que também agrega valor à atividade de aquicultura.

Hamed *et al.* (2018) citam que a maioria dos estudos com macroalgas como biofertilizante na agricultura ainda apresenta uma faixa estreita de aplicação em maior escala, ou seja, restrita a pesquisas experimentais em laboratório ou menor escala. Em geral, as macroalgas marinhas são caracterizadas principalmente pela presença de componentes particulares de interesse biotecnológico no manejo integrado de pragas, como microbicidas, nematicidas, inseticidas, biofertilizantes, bioestimuladores e condicionadores de solo, sendo essas substâncias consideradas ecologicamente corretas e seguras para o meio ambiente. Ainda segundo os autores, muitas pesquisas devem ser aprofundadas sobre essa tendência de estudo visando descobrir novas substâncias com a utilização das macroalgas como biofertilizante na agricultura.

Kapoor; Wood; Llewellyn (2021) citam que para o uso de biofertilizante de algas, é necessário direcionar estudos sobre o tipo de aplicação, tempo, dosagem e frequência, além da influência de fatores variáveis, como estação do ano, safra, variedades das cultivares, tipo de solo e interações com outros produtos, além das barreiras regulatórias e finalmente ganhar a confiança do agricultor.

Este trabalho avaliou o desempenho da cultura do milho *Zea mays* L. cultivado experimentalmente em tambores plásticos contendo substrato agrícola e utilizando como fonte de fertilizante a biomassa de macroalgas arribadas e irrigação com água de reúso da piscicultura, os dados avaliados mostraram resultados positivos do uso desses compostos como biofertilizante na cultura do milho, De posse dos resultados obtidos neste trabalho, recomenda-se que outras pesquisas sejam realizadas usando as macroalgas arribadas, variando as concentrações, e água de reúso para o cultivo de outras cultivares com o intuito de produção de alimentos, ou seja, para fins ecológicos e econômicos.

3. CONCLUSÃO

Este experimento mostrou a capacidade e o efeito biofertilizante da biomassa das macroalgas arribadas e o reúso da água da piscicultura no desempenho do milho *Zea mays* L. através do tratamento com alga natural, sem lavagem, na concentração de 10% do substrato agrícola (TAN10) com relação ao número de espigas, e no tratamento em que foi utilizado alga lavada, na concentração de 5% do substrato agrícola (TAL5), que apresentou maior quantidade de folhas (matéria verde fresca), podendo ser utilizada para outros fins, como forragem para animais, quando comparado aos demais tratamentos, especialmente para aquele sem a utilização das algas marinhas (tratamento controle). Os resultados potencializam o uso desses compostos como biofertilizantes e como alternativa na produção de alimentos, as informações deste estudo devem ser aprimoradas com outras pesquisas e direcionada ao campo, principalmente aos pequenos produtores que podem incrementar a renda familiar através da produção de alimentos e inclusão social pelo o conhecimento de novas técnicas de produzir.

REFERÊNCIAS

- ARASAKI, S.; ARASAKI, T. **Vegetables from the sea**. Japan Publish Inc. Tokyo. 1983.
- ARMISEN, R. **World-wide use and important of *Gracilaria***. **Journal of Applied Phycology**, v. 7, p. 231-243, 1995. DOI:10.1007/BF00003998
- BRITO, P.O.B.D.; MARTINS, K.; BARBOSA, R.M.; ARRUDA, J.F.D.; CARNEIRO, P.B.D.M.; GONDIM, F.A. **Growth, relative chlorophyll content and concentration of inorganic solutes in sunflowers plants supplemented with marine macroalgae organic residue**. *Ceres*, v. 65, n. 5, p. 395-401, 2018. DOI:10.1590/0034-737X201865050003
- BOYD, C.E. **Shrimp pond bottom soil and sediment management**, In: Wyban, J. (ed.). **Proceedings of the special session on shrimp farming, the World Aquaculture Society, WAS**, 1992. p. 283-292.
- CERATTI, R.; SILVEIRA, D.C.; BONETTI, L.P.; ZIMMERMANN JUNIOR, A. **Análise da qualidade fisiológica de semente de milho (*Zea mays*) e de teosinto (*Euchlaena mexicana*) em diferentes substratos**. XXIII Salão do conhecimento, Unijuí, 2015.
- DAWES, C.J. **Marine Botany**. John Wiley & Sons, 480 p., New York, 1995.
- De BOER, J.A. **A report on the fisheries training and development project**. HA/78/001, 301 p., Nassau, 1981.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture: meeting the sustainable development goals**. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome: 2018. 210 p.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture – Towards blue transformation**. Rome: 2022.
- GLENN, E.P.; MOORE, D.; BROWN, J.J.; TANNER, R.; FITZSIMMONS, AKUTIGAWM.; SHERMAN, N. **A sustainable culture system for *Gracilaria parispora* Rhodophyta usingsporelings, reef growout and floating cages in Hawaii**. *Aquaculture*, v. 165, n. 3-4, p. 221–232, 1998.
- GOLUBKINA, N.A.; KHARCHENKO, V.A.; MOLDOVAN, A.I.; KOSHEVAROV, A.A.; ZAMANA, S.; NADEZHKIN, S.; SOLDATENKO, A.; SEKARA, A.; TALLARITA, A.; CARUSO, G. **Yield, growth, quality, biochemical characteristics and elemental composition of plant parts of celery leafy, stalk and root types grown in the Northern Hemisphere**. *Plants*, v. 9, n. 484, 2020. DOI:10.3390/plants9040484

HAMED, S.M.; EL-RHMAN, A.A.A.; ABDEL-RAOUF, N.; IBRAHEEM, I.B.M. **Role of marine macroalgae in plant protection & improvement for sustainable agriculture technology.** Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences, v. 7, p. 104–110, 2018. DOI: 10.1016/j.bjbas.2017.08.002

ISLAM, S.M.M.; AKHTER, F.; JAHAN, I.; RASHID, H.; SHAHJAHAN, M.D. **Alterations of oxygen consumption and gills morphology of Nile tilapia acclimatized to extreme warm ambient temperature.** Aquaculture Reports, v. 23, 101089, 2022. DOI: 10.1016/j.aqrep.2022.101089

KARMAKAR, S.; BILLAH, M.; HASAN, M.; SOHAN, S.R.; HOSSAIN, M.F.; HOQUE, K.M.F.; KABIR, A.H.; RASHID, M.M.; TALUKDER, M.R.; REZA, M.A. **Impact of LFGD (Ar+O₂) plasma on seed surface, germination, plant growth, productivity and nutritional composition of maize (*Zea mays* L.).** Heliyon, v. 7, n. 3, 2021. DOI:10.1016/j.heliyon.2021.e06458

KAPOORE, R.V.; WOOD, E.E.; LLEWELLYN, C.A. **Algae biostimulants: A critical look at microalgal biostimulants for sustainable agricultural practices.** Biotechnology Advances, v. 49, 107754, 2021. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2021.107754

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões.** Jundiaí: SP, 2003. 229 p.

MARINHO-SORIANO, E.; BOURRET, E. **Polysaccharides from the red seaweed *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta).** Bioresource Technology, v. 96, n. 3, p. 379-382, 2005. DOI:10.1016/j.biortech.2004.04.012

NORAMBUENA, R. **Recent trends of seaweed production in Chile.** Hydrobiology. Dordrecht, v. 327, p. 371- 379, 1996. DOI:10.1007/BF00047834

PINTO, A.P.; LANÇANOVA, J.A.C.; LUGÃO, S.M.B.; ROQUE, A.P.; ABRAHÃO, J.J.S.; OLIVEIRA, J.S.; LEME, M.C.J.; MIZUBUTI, I.Y. **Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem.** Semina: Ciências Agrárias, v. 31, n. 4, p. 1071-1078, 2010.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal.** 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 15, p. 628- 712, 2014.

SANTOS, V.M.; MELO, A.V.; CARDOSO, D.P.; GONÇALVES, A.H.; VARANDA, M.A.F.; TAUBINGER, M. **Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 12, n. 3, p. 307-318, 2013. DOI: 10.18512/1980- 6477/rbms.v12n3p307-318

SALETNIK, B.; BAJCAR, M.; ZAGUŁA, G.; SALETNIK, A.; TARAPATSKYY, M.; PUCHALSKI, C. **Biochar as a stimulator for germination capacity in seeds of Virginia mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby)**. Applied Sciences, v. 9, n. 3213, 2019. DOI: 10.3390/app9163213

TROELL, M.; RONNBACK, P.; HALLING, C.; KAUTSKY, N.; BUSCHMANN, A. **Ecological engineering in aquaculture: use of seaweeds for removing nutrients from intensive mariculture**. Journal of Applied Phycology, v. 11, p. 89-97, 1999. DOI: 10.1023/A:1008070400208

VENEGAS, F.; GASPARELLO, A.V.; ALMEIDA, M.P. **Determinação de perdas na colheita mecanizada do milho (*Zea mays* L.) utilizando diferentes regulagens de rotação do cilindro trilhador da colhedeira. Ensaios e ciência: Ciência biológicas, agrárias e da saúde**, v. 16, n. 5, p. 43-55, 2012. DOI:10.17921/1415-6938.2012v16n5p%25p

WONG, K.H.; CHEUNG, P.C.K. **Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds. Part I. Proximate composition, amino acid profile and some physico-chemical properties**. Food Chemistry, v. 71, n. 4, p. 475-482, 2000. DOI:10.1016/S0308-8146(00)00175-8

YANG, Y.F.; FEI, X.G.; SONG, J.M.; HU, H.Y.; WANG, G.C.; CHUNG, I.K. **Growth of *Gracilaria lemaneiformis* under different cultivation conditions and its effects on nutrient removal in Chinese coast waters**. Aquaculture, v. 254, n. 1-4, p. 248-255, 2006. DOI:10.1016/j.aquaculture.2005.08.029