



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE ROMÃZEIRA TRATADAS COM APLICAÇÕES  
FOLIARES DE MICROALGAS**

RAVENA FERNANDES RAMALHO

POMBAL – PB

2022

RAVENA FERNANDES RAMALHO

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE ROMÃZEIRA TRATADAS COM APLICAÇÕES  
FOLIARES DE MICROALGAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia da  
Universidade Federal de Campina Grande, como  
requisito necessário para à obtenção do grau de  
Bacharel em Agronomia.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo.

POMBAL – PB

2022

R166d Ramalho, Ravena Fernandes.

Desempenho fisiológico de Romãzeira tratadas com aplicações foliares de microalgas / Ravena Fernandes Ramalho. – Pombal, 2022. 32 f. il. color

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Prof. Dr. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo.”.

Referências.

1. Romãzeira. 2. Biofertilizante. 3. Biomassa. 4. *Punica granatum* L. I. Araújo, Railene Hérica Carlos Rocha. II. Título.

CDU 634.64 (043)

RAVENA FERNANDES RAMALHO

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE ROMÃZEIRA TRATADAS COM APLICAÇÕES  
FOLIARES DE MICROALGAS**

Esta monografia foi julgada adequada para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, e aprovada na forma final pela Banca Examinadora designada pela Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande – PB, Campus Pombal.

**Aprovada em: 08/03/2022**

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



---

Prof. Dr. José Franciraldo de Lima  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



---

Wellington Alves Guedes  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Sem a direção dada por Deus, a conclusão deste trabalho não seria possível. Por causa disso, dedico esta monografia a Ele. Com muita gratidão no coração.

Dedico este trabalho de pesquisa a meu esposo, meu filho e toda minha família pelo carinho, afeto, dedicação e cuidado que me deram durante toda a minha existência, dedico esta monografia a eles. Com muita gratidão.

***OFEREÇO E DEDICO.***

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me fortalecido ao ponto de superar as dificuldades e por toda saúde que me deu, me permitindo alcançar esta etapa tão importante da minha vida.

A esta universidade e a toda sua direção, eu deixo uma palavra de agradecimento por todo ambiente inspirador e pela oportunidade de concluir este curso.

Aos professores eu agradeço a orientação incansável, o empenho e a confiança que ajudaram a tornar possível este sonho tão especial.

À minha família e amigos, que nunca desistiram de mim e sempre me ofereceram amor, eu deixo uma palavra e uma promessa de gratidão eterna.

A todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte do meu percurso, eu agradeço com todo meu coração.

## RESUMO

A utilização de microalgas tem despertado o interesse em diversas áreas devido as propriedades químicas de sua biomassa. Com aplicações nas áreas de bioenergia, agricultura, alimentos e farmacêutica, entre outras aplicações como produção de biodiesel e na produção vegetal, especialmente por exercer a função de bioestimulante. Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo analisar o desempenho fisiológico da romãzeira nos estágios iniciais de desenvolvimento em campo sob efeito de biomassa de microalgas aplicadas via foliar. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 2 x 4 x 5 sendo: duas microalgas (*Spirulina platensis* e *Scenedesmus sp.*) e quatro diferentes concentrações de 0; 0,5; 0,10 e 0,15% distribuídas em cinco blocos em total de 40 plantas. As mudas foram produzidas em vasos em casa de vegetação, selecionadas e padronizadas por tamanho para serem transplantadas para campo no espaçamento 3,5 x 4,5 m com profundidade das covas de 40 x 40 x 40 cm. Aos 54 dias após o transplante (DAT) das mudas a campo, foram realizadas as análises. O desempenho fisiológico da romãzeira em seus estágios iniciais de desenvolvimento apresentou significativa diminuição no número de folhas maduras como também crescimento dos seus ramos quando recebeu aplicação da microalga *Scenedesmos*. O desempenho da romãzeira após o uso das microalgas mostrou significativa melhoria observando-se, que a aplicação de *Scenedesmos* estimulou o crescimento dos ramos e os teores de clorofila da romã 30 dias após o transplante e o biofertilizante *Spirulina* pode ser aplicado para elevar a brotação da romãzeira como também seu acúmulo de fitomassa. O uso de microalgas na fase inicial de desenvolvimento das plantas de romãzeira “Mollar” em campo proporcionou ganhos na fitomassa. A *Spirulina platensis* proporcionou aumento no número de brotações e na massa fresca das plantas, enquanto a *Scenedesmus sp.*, proporcionou maior crescimento do ramo, porém, não influenciou no número de brotações e na massa fresca.

**Palavras-chave:** Microalga. Biofertilizante. Biomassa. *Punica granatum L.*

## ABSTRACT

The use of microalgae has aroused interest in several areas due to the chemical properties of their biomass. With applications in the areas of bioenergy, agriculture, food and pharmaceuticals, among other applications such as biodiesel production and plant production, especially as it acts as a biostimulant. In this sense, this research aims to analyze the physiological performance of pomegranate in the early stages of development in the field under the effect of microalgae biomass applied via foliar. The experiment was carried out at the Experimental Farm of the Federal University of Campina Grande (UFCG) using a randomized block design (DBC) in a 2 x 4 x 5 factorial scheme, consisting of: two microalgae (*Spirulina platensis* and *Scenedesmus* sp.) and four different concentrations of 0; 0.5; 0.10 and 0.15% distributed in five blocks in a total of 40 plants. The seedlings were produced in pots in a greenhouse, selected and standardized by size to be transplanted to the field at a spacing of 3.5 x 4.5 m with a depth of the pits of 40 x 40 x 40 cm. At 54 days after transplanting (DAT) the seedlings in the field, the analyzes were performed. The physiological performance of pomegranate in its early stages of development showed a significant decrease in the number of mature leaves as well as growth of its branches when it received application of the microalgae *Scenedesmos*. The performance of the pomegranate after the use of microalgae showed a significant improvement, observing that the application of *Scenedesmos* stimulated the growth of branches and the chlorophyll contents of the pomegranate 30 days after transplanting and the biofertilizer *Spirulina* can be applied to increase the sprouting of the pomegranate. pomegranate as well as its phytomass accumulation. The use of microalgae in the initial phase of development of "Mollar" pomegranate plants in the field provided gains in phytomass. *Spirulina platensis* provided an increase in the number of shoots and in the fresh mass of the plants, while *Scenedesmus* sp., provided greater growth of the branch, however, it did not influence the number of shoots and fresh mass.

**Keywords:** Microalgae. Biofertilizer. Biomass. *Punica granatum* L.



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b> Plantio das mudas e instalação do Experimento .....	20
<b>Figura 2</b> Número de folhas de romãzeira sob aplicação foliar de concentrações de microalgas aos 54 DAT. UFCG/CCTA, Pombal-PB, 2018 .....	22
<b>Figura 3</b> Crescimento dos ramos de romãzeira sob aplicação foliar de concentrações de microalgas aos 54 DAT. UFCG/CCTA, Pombal-PB, 2018 .....	23
<b>Figura 4</b> Número de brotações de romãzeira sob aplicação foliar de concentrações de microalgas aos 54 DAT. UFCG/CCTA, Pombal-PB, 2018 .....	24
<b>Figura 5</b> Massa fresca de romãzeira sob aplicação foliar de concentrações de microalgas aos 54 DAT. UFCG/CCTA, Pombal-PB, 2018 .....	24
<b>Figura 6</b> Teores de clorofila 1 (A) e clorofila 2 (B), de romãzeira sob aplicação foliar de concentrações de microalgas aos 54 DAT. UFCG/CCTA, Pombal-PB, 2018 .....	25

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Gerais .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Específicos.....</b>	<b>11</b>
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 A cultura da romãzeira: aspectos gerais.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Microalgas na Produção Vegetal.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 <i>Scenedesmus</i>.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 <i>Spirulina Platensis</i> .....</b>	<b>16</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Localização .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Delineamento Experimental.....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Procedimento Experimental .....</b>	<b>19</b>
<b>4.4 Variáveis Analisadas.....</b>	<b>21</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>27</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Espécie cultivada desde os tempos mais antigos, a romãzeira, *Punica granatum* L., é um arbusto lenhosa, ramificada da família *Punicaceae*, nativa de uma região que se estende desde os Balcãs até o Himalaia, a Noroeste da Índia. Nas regiões da América, África, Europa e por toda Mediterrânea da Ásia, a mesma tem sido cultivada há muito tempo apresentando pequenas folhas, rijas, brilhantes e membráceas, flores vermelho-alaranjada dispostas nas extremidades dos ramos, dando origem assim há frutos esféricos, rico em sementes envolvidas em arilo polposo (LORENZI; SOUZA, 2001).

Para o plantio dessa espécie o clima mais propício é o subtropical ou tropical, porém, demonstra boa resistência a climas secos, necessitando de elevadas temperaturas no período de maturidade dos frutos. É uma espécie que não requer um solo específico, porém, a mesma em solos mais profundos e argilosos traz melhores resultados, adequando-se bem a solos alcalinos. Todavia, o ideal para a cultura é um solo permeável, profundo e fresco, haja vista, que é tolerante à salinidade e à clorose férrica (REGATO; GUERREIRO, 2012).

Nesse contexto entram os bioestimulantes, substâncias naturais ou biológicas, que através das práticas agrícolas de produções sustentáveis, diminuem ou substituem o uso de elementos químicos (DINIZ, 2011). Quando aplicados via solo ou pulverização foliar, os bioestimulantes, por serem uma classe de potencializadores metabólicos, aumentam a resistência das culturas a diversos estresses e, por vezes, patógenos, ao mesmo tempo que melhora o crescimento e o desempenho das plantas (JANNIN et al., 2013).

A exemplo disso, a aplicação de microalgas vem obtendo destaque, utilizadas como bioestimulante, por ser um produto alternativo e demonstrar satisfatória produtividade, tendo como objetivo principal complementar a produtividade agrícola no campo (CHOJNACKA; SAEID; MICHALAK, 2012).

Segundo Guedes (2018), comercialmente, a *Spirulina platensis* é uma das principais espécies de algas mais usadas. Na forma comercial da espécie *Spirulina platensis* têm um grande número de compostos orgânicos e inorgânicos indicando um alto potencial como biofertilizante ou bioestimulante (ALY; ESSAWY, 2008; DIAS et al., 2016). Assim como a *Spirulina platensis*, outras microalgas também utilizadas (LEE, 2008) são do gênero *Scenedesmus*, constituídas por clorofilas a e b, xantofilas e carotenóides  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  (FONTANA, 2000), podendo estimular a rizogênese por elevar o percentual de enraizamento de estacas pelo conteúdo nutricional relacionado aos brassinosteróides.

Em virtude dos grandes números de estudos que vêm sendo realizado com as microalgas, motivou-se a realização dessa pesquisa a partir de um levantamento de informações atuais para um melhor embasamento desta temática e sua utilização na agricultura, sobretudo na composição de insumos agrícolas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Analisar o desempenho fisiológico da romãzeira nos estágios iniciais de desenvolvimento em campo sob efeito de biomassa de microalgas aplicadas via foliar.

### **2.2 Específicos**

- Determinar os teores de pigmentos fotossintéticos, crescimento e fitomassa de romãzeira sob aplicação de concentrações e tipos de microalgas;
- Avaliar o potencial do uso das microalgas via foliar no manejo da cultura e a melhoria no desempenho das plantas em campo;
- Identificar a melhor concentração e tipo de microalga que favoreça o crescimento de romãzeira em condições de campo do semiárido paraibano.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A cultura da romãzeira: aspectos gerais

Cultivo que vem desde a Antiguidade (2200 a. C), a romãzeira é originária do Centro do Médio Oriente. Seu cultivo expande-se desde esta zona até os países mediterrânicos, Índia e China. Os espanhóis expandiram a mesma para a América, onde tem se tornado uma cultura importante e sua superfície cultivada vem crescendo desde então (MORENO; MARTINEZ-VALERO, 1992).

Os maiores produtores mundiais de romã são Índia, China e Irã. Esses países consomem a maior parte da romã, seguidos pela Turquia, Espanha e Tunísia (CAMBICI, 2011). A Índia é o maior produtor mundial de romã, produzindo mais de 900.000 toneladas por ano, respondendo por 43% da produção total mundial. No entanto, o volume de exportação da Índia é de apenas 35.000 toneladas, o que representa cerca de 6-7% do comércio total de romã (INIFARMS, 2012).

No Brasil, a sua produção segundo Suzuki (2016), o crescimento e a busca por esse fruto teve incremento a partir dos anos 2000. Segundo Barros (2011), a cultura está sendo explorada com a intenção de inseri-la no mercado brasileiro de frutas, aproveitando suas partes não comestíveis (cascas), por conta de suas características nutricionais e funcionais, que contém presença significativa de polifenóis como elagitaninos, ácido elágico e ácido gálico (FARIA, 2010) e de flavonóides, os quais estão associados a propriedades biológicas, como agente antioxidante e antimicrobiano.

Segundo Godoy e Araújo (2021), o cultivo da romã no Brasil predomina nos estados da Paraíba, de Pernambuco, Ceará e São Paulo, favorecendo o cultivo da espécie nas regiões semiáridas, apresentando boa aptidão em ambientes de clima tropical e subtropical. No território nacional sua dispersão é uma realidade; porém cultivos pequenos, geralmente, realizados por pequenos produtores, ou em nível doméstico, como planta ornamental ou de uso medicinal. A comercialização do fruto no mercado interno é visada pelos pequenos produtores que buscam investir em melhorias na tecnologia de produção, no controle de pragas e doenças e, especialmente, na qualidade pós-colheita (GODOY; ARAÚJO, 2021).

A romãzeira pertence à família *Punicaceae*, cujo gênero é *Punica* L. Entre as espécies mais conhecidas são: *Punica granatum* L., planta cultivada para a obtenção de frutos e *Punica nana* L., planta de pequeno porte, ornamental e de frutos não comestíveis (GUISADO, 2018). Historicamente, a planta da romãzeira é considerada um agente terapêutico universal devido

aos ingredientes ativos biológicos presentes em diferentes partes, sendo fonte de estudos para o tratamento de diversas doenças, como câncer (pele, mama, próstata e colo do útero), inflamações, diabetes, desordens cardíacas, isquemia, envelhecimento e desordens do cérebro (GODOY; ARAÚJO, 2021).

A romã *P. granatum L.* está na subclasse *Rosidae*, ordem *Myrtales*, que abriga também outras frutas, tais como goiaba (*Psidium sp.*) E feijoa (*Feijoa sp.*). No entanto, a romã é incomum por ser uma das únicas duas espécies em seu gênero, *Punica*, que é o único gênero da família *Punicaceae* (STOVER; MERCURE, 2007).

A romãzeira caracteriza-se pela rusticidade, ou seja, apresenta elevada capacidade de adaptação a diversas condições edafo-climáticas, o que permite o seu cultivo em zonas áridas e semiáridas (GUISADO, 2018). Apresenta folhas pequenas, rijas, brilhantes e membranáceas, flor vermelha alaranjada dispostas nas extremidades dos ramos, originando frutos esféricos, com muitas sementes em camadas as quais se acham envolvidas em arilo polposo (WERKMAN et al., 2008). É um arbusto caducifólio que pode atingir até 6 metros de altura. Possui uma raiz superficial, horizontal e não possui uma raiz principal. Destaca-se por ser nodosa, consistente e de cor avermelhada, possuindo um grande poder de absorção de água e nutrientes em ambientes salinos. Possui ramos alternos e abertos, com espessura média e ocasionalmente com espécies no ápice. A casca ao envelhecer apresenta rachaduras e exibe uma cor acinzentada (AGUSTI, 2010).

As folhas da romã têm um tamanho assimilado entre 2 e 9 cm de comprimento e 1 a 3 cm de largura, aproximadamente, sendo inteiras, lisas opostas, sem estípulas, glabras, oblongas, caducas e de pecíolos curtos. Possui uma disposição cruzada ou entrecruzada. Quando jovem, as folhas exibem uma cor avermelhada, mudando para uma cor verde brilhante mais escura que a parte inferior, com pecíolo avermelhado (AGUSTI, 2010). Suas flores são muito notáveis, devido ao seu tamanho, forma e cor vermelha brilhante e algumas podendo apresentar a cor branca (AGUSTI, 2010). Seus frutos são do tipo baga, globóides, medindo até 12 cm, com numerosas sementes envolvidas por um arilo róseo, cheio de um líquido adocicado (DEGASPARI, 2011).

A época ideal de colheita varia de 4,5 a 6 meses após a floração, dependendo da variedade e das condições climáticas. Se a época da colheita for esperada, a qualidade dos frutos é inferior porque não apresentam a cor, aroma e sabor característicos, se forem tardios os frutos são mais suscetíveis a doenças e irão deteriorar-se rapidamente com as condições de armazenamento (OLIVEIRA, 2018).

No entanto, para a disponibilidade do fruto fresco no mercado (GODOY; ARAUJO, 2021) necessita-se de maior conhecimento sobre a cultura da romãzeira cultivada nas condições edafoclimáticas da nossa região, devido não existir informações sobre a tecnologia de produção, colheita e pós-colheita dessa cultura em fontes literárias nacionais, fato que dificulta o manejo.

### **3.2 Microalgas na Produção Vegetal**

Diante da crescente demanda por produtos orgânicos, novas possibilidades são necessárias para substituir os fertilizantes minerais por fertilizantes orgânicos nos últimos anos (LIMBERGER; GHELLER, 2012).

Com isso, elementos alternativos foram desenvolvidos objetivando inserir produtos naturais com a intuição de haver efeito no vegetal para o crescimento e desenvolvimento da planta, visando assim aumento da produtividade nos sistemas agrícolas sustentáveis. A produção de produtos sustentáveis se direciona a preocupação ambiental. Nesse sentido ressalta Arioli et al. (2015), que as microalgas surgem como fonte de compostos naturais para a fertilidade vegetal.

Insumos agrícolas são os elementos necessários que possibilitam o plantio e o cultivo das mais diferentes culturas nos setores agrícolas, compostos por defensivos agrícolas, fertilizantes, equipamentos e máquinas (LUTZENBERGER, 2001). Dentre os insumos, estão os fertilizantes, utilizados para aumentar a produtividade das culturas e para substituir os nutrientes do solo exportados com a colheita (ARTUZO et al., 2017).

No conceito de Moraes Neto (2001), fertilizante é uma substância na qual é capaz de acrescentar nutrientes ao solo, conseqüentemente aumentando a produtividade agrícola e/ou vegetal, e que o mesmo é composto de minerais ou orgânicos com o objetivo de suprir as deficiências dos vegetais.

No Brasil, com o aumento tecnológico e das demandas agrícolas, o uso do fertilizante é crescente cada vez mais (FIESP, 2016). Dessa forma, é necessário inovar a produção destes insumos para que se possa atender a demanda mundial de alimentos, e assim, aumentar as opções de produto agrícola aos agricultores. Em complemento, de acordo com a OECD (2013), a inovação é um dos principais motores da produtividade, rentabilidade e competitividade para a agricultura, ou seja, é uma medida de importância no desenvolvimento da agricultura (PESHIN et al., 2009).

Um material que tem sido bastante divulgado na confecção de diversos produtos são as microalgas, para a confecção de insumos agrícolas como fertilizantes se tornando uma



alternativa inovadora, mediante a necessidade da agricultura em atender a demanda de alimentos (MEDEIROS, 2021), além de apresentar biomassa residual (também conhecida como torta), gerada após a extração dos lipídeos para produção de biodiesel que pode ser usada para a produção de bioetanol ou biometano (SINGH; OLSEN, 2011), e a torta de microalgas, usada também como matéria prima na produção de ração animal ou fertilizantes, após sua biodigestão (HENRIKSON, 2012).

Limberger; Gheller (2012) explicam que a biomassa fabricada a partir de algas apresenta grande potencial para ser utilizado como biofertilizante ou bioestimulante, e que houve aumento da procura nos últimos anos por produtos de origem orgânica, como alternativa para minimizar o uso de adubos minerais.

Para Gomes (2019) de acordo com as informações nas literaturas e resultados pesquisados sobre as microalgas nos últimos anos sugerem que o uso de microalgas como biomassas de microalgas com efeito bioestimulante na produção de mudas vem ganhando destaque na agricultura alternativa com o objetivo da obtenção do melhor desenvolvimento e crescimento vegetal.

Segundo Derner et al. (2006), as microalgas além de sintetizar toxinas, podem produzir uma gama de moléculas bioativas possuindo propriedades antibióticas, anticâncer, antiinflamatórias, antivirais, redutoras do colesterol, enzimáticas, entre outras atividades farmacológicas. Podendo além disso, serem usadas na mitigação do efeito estufa por assimilar o CO<sub>2</sub>, resultado do processo de queima dos combustíveis fósseis e de práticas agrícolas impróprias (as queimadas, por exemplo), e ainda na produção de biocombustíveis (biodiesel, por exemplo).

O uso frequente e inadequado de produtos químicos nas lavouras ocasionam perdas a longo prazo da camada fértil do solo, diminuindo sua biodiversidade, o desenvolvimento das plantas e eliminando os inimigos naturais das pragas, o que torna indiscutível a necessidade de proteger o meio ambiente e combater os efeitos adversos que as mudanças climáticas causam na agricultura, levando a aceitação do uso de extratos vegetais e algas, para aumentar os rendimentos agrícolas e para a prevenção e tratamento de doenças de plantas (POVERO et al., 2016).

Guedes (2018) sugere a realização de mais estudos quanto ao uso de microalgas na fabricação de biofertilizante para aplicação na agricultura principalmente na produção de mudas de plantas frutíferas. Para o autor, as microalgas apresentam um enorme recurso inexplorado, com grande potencial no setor da agricultura e desta maneira pesquisas adicionais nessa área devem ser realizadas para descobrir e explorar sua potencialidade (GUEDES, 2018).

Nas algas foram identificados fitohormônios e reguladores de crescimento (citocininas, auxinas, giberelinas, betaínas, ácido abscísico e de brassinosteróides) segundo (CALVO, 2014; DU JARDIN, 2015). Segundo Franco; Prado (2006), na fase de implantação dos sistemas de produção de frutíferas, o uso de microalgas pode ser aplicado com a finalidade de obter mudas homogêneas, de boa qualidade e de rápido crescimento e produção no pomar.

Neste contexto, a utilização de microalgas para a confecção de insumos agrícolas como fertilizantes se torna uma alternativa inovadora, mediante a necessidade da produção vegetal, e várias espécies são cultivadas comercialmente em alguns países com o objetivo de aumentar a produção agrícola no campo (CHOJNACKA; SAEID; MICHALAK, 2012). Entre elas estão: a microalga *Scenedesmus* e a *Spirulina platensis*.

### **3.3 *Scenedesmus***

A microalga *Scenedesmus* pertence à família Scenedesmaceae, Ordem *Chlorococcales*, Classe *Chlorophyceae* e divisão *Chlorophyta* (LEE, 2008). Em sua composição a mesma possui clorofila a e b, as xantofilas luteína e prasinoxantina e os caratenóides  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ . Segundo Reynolds (2006), o produto fotossintético de armazenamento é o amido, que é composto de amilose e amilpectina e, ao contrário de outras algas, é formado dentro do cloroplasto.

A *Scenedesmus* é uma alga que frequentemente forma cenóbios com duas, quatro e oito células, mas também é encontrada como única célula. Sua morfologia pode sofrer variações consideráveis em vista da cultura onde a mesma está crescendo (HAKALIN, 2014). Apresentam colônias formadas por células elipsoidais, fusiformes ou ovóides, arranjas lado a lado. As células em suas extremidades podem ou não apresentar dois espinhos cada uma.

Essa microalga é utilizada para a produção da biomassa utilizada na agricultura, em tratamentos de águas nas lagoas que foram oxidadas, como também nos tratamentos de efluentes de lagares e de águas residuais urbanas (MIRANDA, 2011).

Garcia-Gonzalez; Sommerfeld (2014) empregando uma biomassa de *Scenedesmus dimorphus*, constataram que a associação de substratos com a microalga apresenta ganhos no crescimento e desenvolvimento do cultivo de mudas de tomate. As plantas envolvidas no tratamento alcançaram resultados relevantes no número de ramos, flores e números de frutos quando comparados aos demais tratamentos, o que acarretou ao fim da avaliação em um aumento de massa total das plantas.

### **3.4 *Spirulina Platensis***

A *Spirulina platensis* é uma cianobactéria filamentosa de cor verde azulada, e possui um tamanho microscópico (GRONEVALT, 2012). Esta microalga pertence a divisão *Cyanophyta*, classe *Cyanophyceal*, ordem *nostocales*, família *Oscillatoriaceae* (MIRANDA, s.d). É constituída por cerca de 60 a 70% de proteína e específicos aminoácidos, que podem ser divididos em essenciais (isoleucina, leucina, lisina) e não essenciais (alanina, serina, arginina entre outros) (MENDONÇA, 2014). Também possui em sua composição carboidratos, minerais (ferro, cálcio), vitaminas (biotina, ácido fólico) compostos fenólicos (ácido caféico, salicílico), pigmentos fotossintéticos e ácidos graxos (TORTORA, 2007) sendo a mais utilizada para alimentação humana e de animais, por apresentar perfil nutricional ideal como suplemento alimentar.

O seu desenvolvimento acontece em diferentes tipos de solos, tais como areias, pântanos, lagos alcalinos, rios e mares. É considerada uma das formas mais antigas de vida em águas alcalinas de lagos vulcânicos da terra. Seu cultivo é realizado em tanques de água expostos ao sol para facilitar a fotossíntese, resultando assim na produção de biomassa (GRONEVALT, 2012).

Esta microalga tem um grande potencial na produção de produtos alimentícios e de materiais nutricionais relacionados, tais como corantes, vitaminas, e ácidos graxos como o ácido linoleico (ômega-3) (MEIRELES, 2018), o que tem sido o foco de importantes pesquisas biotecnológicas, devido, principalmente, a sua importância nutricional. Tendo em vista que há vantagens nutricionais devido ao teor de proteína de alta qualidade e outros componentes, tais como vitaminas, minerais, e ácidos graxos essenciais, incluindo ácido  $\alpha$ -linoleico, como citado anteriormente, essa espécie é ainda composta por 55-70% de proteína, 6-9% de gordura e 15-20% de carboidratos (ANTELO et al., 2010; DATLA, 2011; FIGUEIRA et al., 2012).

Medeiros (2021) reconhece a *Spirulina* como uma das microalgas mais estudadas e utilizadas em todo o mundo. Ainda de acordo com autor, a *Spirulina* tem se mostrado capaz de ativar o sistema imunológico das plantas, gerando maiores rendimentos, qualidade e maior resistência à doenças e estresses ambientais, além de maior germinação e enraizamento quando aplicado ao solo (MEDEIROS, 2021). Ao comparar um fertilizante à base de *Spirulina* com um fertilizante químico, Wang et al. (2016), constataram que embora tenha menor teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), o fertilizante à base dessa microalga estimula o crescimento das lavouras de forma semelhante ao fertilizante químico por possuir quantidades elevadas de outros elementos como: cálcio, ferro, manganês, zinco e selênio, que ajudam no balanço nutricional exigidas pelas plantas.

Para Guedes et al. (2018) dentre as microalgas mais utilizadas na agricultura está a *Spirulina platensis*, em que vários pesquisadores desenvolveram trabalhos com sua utilização auxiliando como insumo agrícola ou até mesmo para revestimento na conservação de algumas culturas.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 Localização**

O trabalho foi conduzido entre os meses de janeiro a setembro de 2018, em condições de campo, na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG),

localizada em São Domingos de Pombal, cujas coordenadas geográficas são 6°48'48"S de latitude e 37°56'16"W de longitude e 251 metros de altitude, localizada na microrregião do Sertão paraibano (SILVA, 2011).

#### **4.2 Delineamento Experimental**

O experimento foi instalado no delineamento em blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 2 x 4 (*Spirulina platensis* e *Scenedesmus* sp. x concentrações de biomassa 0; 0,5; 0,10; e 0,15%) com cinco blocos, totalizando 40 unidades experimentais.

#### **4.3 Procedimento Experimental**

Produção das mudas:

As mudas foram produzidas em casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), utilizando-se estacas do tipo semilenhosas com 15 cm de comprimento e diâmetro de 4 a 5 mm sendo retiradas da porção mediana do ramo de matrizes vigorosas e sadias de romãzeiras da variedade “Molar”, sendo retiradas as folhas das estacas sem danificar as gemas. Duas incisões em bisel foram realizadas na base das estacas com 1 cm de comprimento no qual foram plantadas.

As estacas foram plantadas enterrando-se 2/3 da base em sacos de polietileno (20 x 25cm) contendo o substrato constituído por solo, substrato Basaplant® e esterco bovino curtido na seguinte proporção de 1:1:1. O substrato foi previamente esterilizado em autoclave a 127°C e 1,5 atmosfera de pressão. As estacas plantadas foram cultivadas em casa de vegetação coberta por sombrite com 50% de luminosidade. A temperatura e umidade relativa média foram de 36,5 °C e 42%, respectivamente. Após 90 dias do plantio (DAP), as mudas foram transplantadas para vasos de 8 litros contendo o mesmo substrato (solo, substrato Basaplant® e esterco bovino curtido) sendo na proporção de 3:1:1.

Plantio em campo:

O plantio foi realizado no espaçamento de 3,5 x 4,5 m com profundidade das covas de 40 x 40 x 40 cm (Figura 1). Após aproximadamente 8 dias, foi feita a adubação mineral com a aplicação de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), e após os 15 dias do transplante,

realizou-se uma poda de formação, com o intuito de padronizar o tamanho e o número de hastes por plantas, deixando-se duas brotações laterais jovens num determinado tamanho sob as brotações jovens.



**Figura 1.** Plantio das mudas e instalação do Experimento.

**Fonte:** Autoria Própria (2018).

Preparo das suspensões de microalgas:

Para a obtenção das soluções com as doses propostas foram pesadas em balança analítica as seguintes quantidades: 0% - 0 g; 0,5% - 0,125 g; 0,10% - 0,250 g e 0,15% - 0,375 g, diluídas em 250 mL de água destilada, sob agitação constante até completar a dissolução. De cada volume utilizou-se 50mL por planta, sob parcela única. Após o preparo de cada solução, as mesmas foram avaliadas quanto ao pH e condutividade elétrica (25 °C).

As soluções de microalgas das espécies foram pulverizadas com pulverizador manual por volta dos 120 dias após o plantio (DAP) em campo, atingindo todas as folhas das plantas, considerando cada tratamento, com a realização de 1 (uma) aplicação apenas das soluções a base das microalgas.

#### **4.4 Variáveis Analisadas**

Aos 54 dias após o transplante (DAT) das mudas a campo, foram realizadas as análises de crescimento. Para esse procedimento foram escolhidos um ramo da planta mais vigoroso para que seja medido seu comprimento com auxílio de uma régua, o número de folhas maduras contidas nele e número de ramos da planta. Cada ramo analisado e marcado com uma fita, com intuito de identificar para que ao final dos períodos fossem feitas as verificações necessárias. O número de folhas por planta foi determinado partindo-se da contagem das folhas basais até a última folha aberta. Nesta etapa as folhas foram separadas do caule e este das raízes, para a pesagem da fitomassa fresca das folhas em balança de precisão de 0,01g. Após a pesagem a fitomassa foi acondicionada em sacos de papel tipo kraft e levadas a estufa de circulação de ar a 65°C, com posterior pesagem para a determinação da fitomassa seca das folhas.

Os teores de clorofila a, b e total foram determinadas após a diluição de folhas em solução com 6 cm<sup>3</sup> de acetona a 80% em recipientes de vidro de 10 cm<sup>3</sup>, onde as amostras permaneceram em total escuridão por 48 horas em geladeira a temperatura de 8 °C para extrair os pigmentos do sobrenadante. Após esse período, foram quantificados através de espectrofotometria com absorvância (A) respectivamente nos comprimentos de onda de 663, 662 e 470 nm, utilizando 80% de acetona como branco, conforme Equação 1, 2 e 3, seguindo a metodologia de Lichtenthaler (1987), e posteriormente foram transformados de mg L<sup>-1</sup> para unidade de massa por m<sup>2</sup> (mg g<sup>-1</sup>).

$$CL\ a = 12,21 \times A_{663} - 2,81 \times A_{646} \quad (2)$$

$$CL\ b = 20,13 \times A_{646} - 5,03 \times A_{663} \quad (3)$$

$$CL\ total = 17,3 \times A_{646} + 7,18 \times A_{663} \quad (4)$$

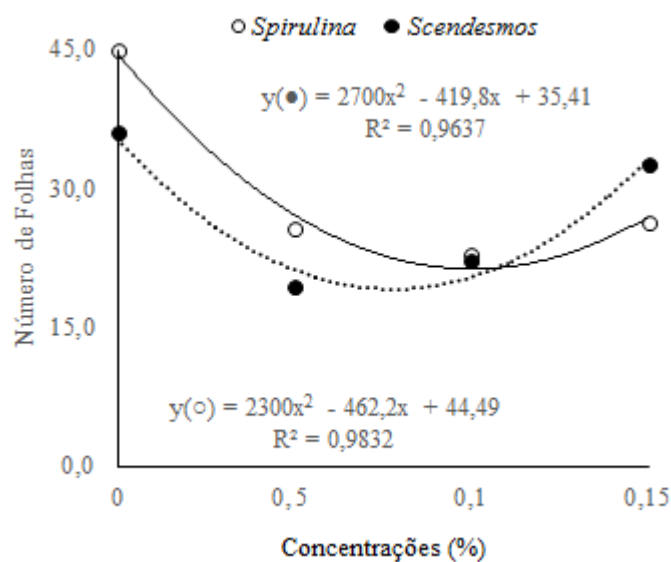
As variáveis foram analisadas por meio da análise de variância, pelo teste F (1 e 5% de probabilidade) e regressão com o uso do Programa SISVAR (FERREIRA, 2011) e a confecção de gráficos, por meio do Microsoft Excel®.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realização da análise estatística, constatou-se efeito significativo dos fatores microalgas e concentrações de aplicação para as variáveis de número de folhas, crescimento do ramo principal, número de brotações, fitomassa fresca, clorofila a e clorofila b. As demais variáveis analisadas não apresentaram resposta significativa aos fatores empregados.

As aplicações das doses com as microalgas proporcionaram redução da senescência foliar das plantas de romãzeira. Obteve-se as maiores concentrações de *Spirulina* e *Scendesmos*

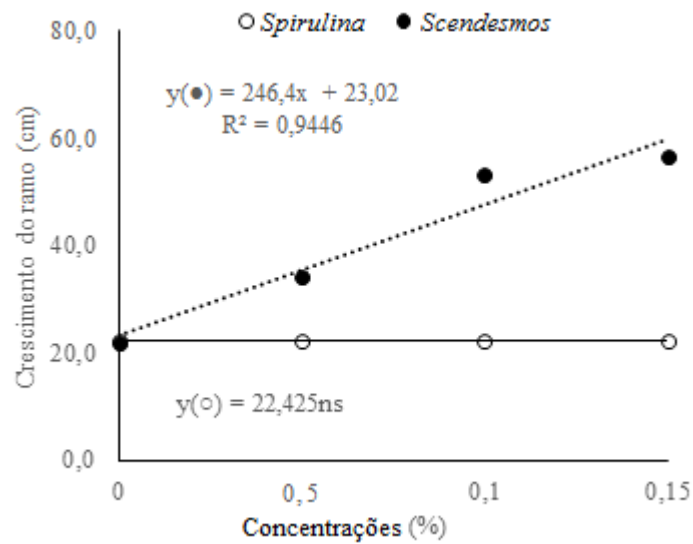
(Figura 2) provocando reduções de 39,51% e 6,27% respectivamente aos valores encontrados nas plantas sem aplicação de microalgas, com perdas relacionadas ao melhor aproveitamento da atividade das clorofilas, com menor gasto energético na formação de folhas, sendo a energia destinada ao crescimento e brotação, considerando Castellanos-Barriga et al. (2017) quando citam que os efeitos ocorridos pelas dosagens das microalgas podem estar associado a sua constituição química e concentração testada, uma vez que contém uma diversidade de componentes como macro e micronutrientes e reguladores de crescimento que dependendo da concentração aplicada podem promover efeitos diretos e indiretos sobre o crescimento vegetal.



**Figura 2.** Número de folhas de romãzeira sob aplicação foliar de concentrações de microalgas aos 54 DAT. UFCG/CCTA, Pombal-PB, 2018.

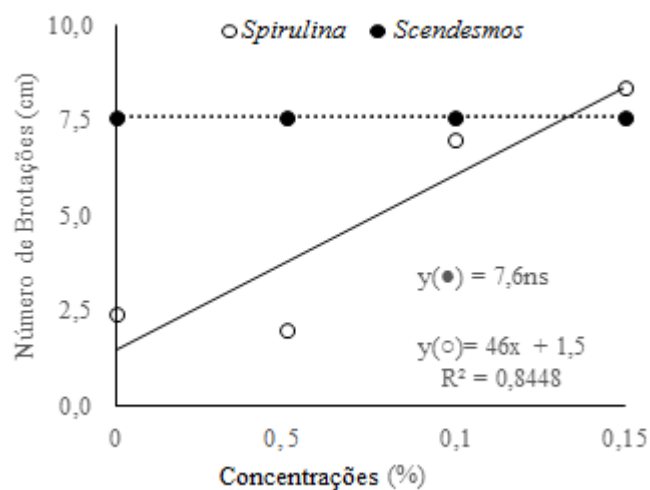
Para o comprimento dos ramos (Figura 3), a *Scendesmos* provocou efeito linear crescente na variável, passando do valor de 23,02 cm nas plantas sem aplicação da suspensão da biomassa de microalgas para 59,98 cm nas plantas sob aplicação da concentração de 0,15% do produto, com ganho de 36,96 cm. Já a aplicação de *Spirulina* não provocou ganhos no crescimento dos ramos, ficando na média de 22,42 cm. Desta forma, a suplementação apresentada pela *Scendesmos* na maior concentração proporciona uma divisão e alongamento celular, provavelmente pelos nutrientes que podem estar presentes em sua composição e desencadear efeitos de alongamento (TANAKA et al., 2003).





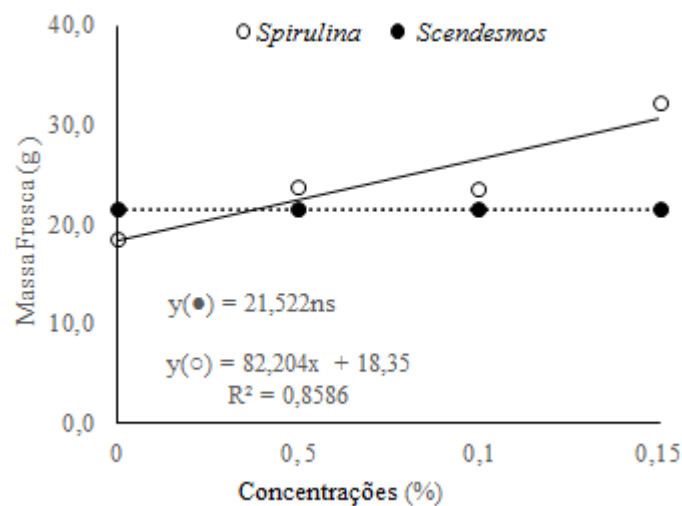
**Figura 3.** Crescimento dos ramos de romãzeira sob aplicação foliar de concentrações de microalgas aos 54 DAT. UFCG/CCTA, Pombal-PB, 2018.

De acordo com a Figura 4, o biofertilizante a base de *Spirulina* foi o único a apresentar efeito significativo no número de brotações, onde, através da equação de regressão linear nota-se um pico de 6,9 na dose de 0,10%, e chegando a 8,4 quando se aplicou a maior concentração do biofertilizante em relação as plantas testemunhas (1,5). Neste caso, a *Spirulina* provoca maior brotação, sendo algo positivo, pois leva a maior formação de ramos produtivos (GOMES et al., 2020).



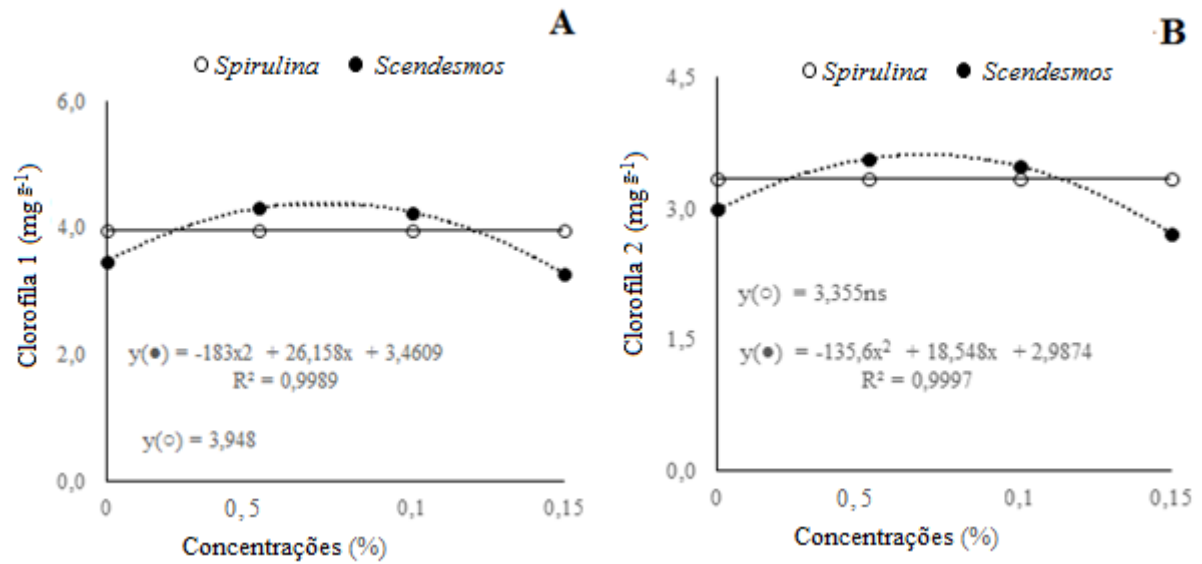
**Figura 4.** Número de brotações de romãzeira sob aplicação foliar de concentrações de microalgas aos 54 DAT. UFCG/CCTA, Pombal-PB, 2018.

A massa fresca de romãzeira foi influenciada pela aplicação de *Spirulina* (Figura 5) com ganhos lineares pelo aumento das concentrações do biofertilizante, com o maior valor de 30,68g encontrado na dosagem 0,15% do biofertilizante, sendo esse resultado superior ao encontrado nas plantas sem aplicação do produto (18,35 g). Fato que mostra o aporte nutricional proporcionado pela *Spirulina*, que aumentou o número de brotações e, conseqüentemente, o acúmulo de fitomassa da romãzeira.



**Figura 5.** Massa fresca de romãzeira sob aplicação foliar de concentrações de microalgas aos 54 DAT. UFCG/CCTA, Pombal-PB, 2018.

Os teores de clorofila a (A) e clorofila b (B) conforme Figura 6, foram influenciadas pela aplicação de *Scendesmos*, que através de equações de regressão quadrática, nota-se os maiores valores ao se aplicar as respectivas concentrações de 0,07% (4,39) e 0,03% (3,42), com ganhos de 26,87% na clorofila a e 14,38% na clorofila b em relação as plantas sem aplicação do biofertilizante. Para *Spirulina* não foram observadas diferenças significativas nos teores de clorofila.



**Figura 6.** Teores de clorofila a (A) e clorofila b (B), de romãzeira sob aplicação foliar de concentrações de microalgas aos 54 DAT. UFCG/CCTA, Pombal-PB, 2018.

Desta forma, os teores de clorofila representam a capacidade de captação de energia para a atividade fotossintética da planta, assim a microalga *Scendesmos* pode ter contribuída para uma melhor nutrição para a formação da clorofila, além de poder ter contribuído para a defesa antioxidante da planta, evitando os danos provocados pela dissipação irregular de energia.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente a necessidade da participação da agricultura no aumento da produção agrícola, uma forma de atender à crescente demanda por bioestimulantes, alimentos,

biocombustíveis, suplementação alimentar, dentre outros. As microalgas são organismos unicelulares que podem ser usados como fonte para sintetizar uma variedade de produtos biológicos, incluindo fertilizantes agrícolas.

Possui uma vantagem com relação a outras matérias primas, por conter em sua composição uma excelente fonte de nutrição e alta capacidade produtiva, além de boa captura de carbono eficiente; elevado teor de lipídios ou amido. Tais fatores podem ser benéficos a fisiologia vegetal pois estimulam o crescimento e a produtividade.

O desempenho fisiológico da romãzeira em seus estágios iniciais de desenvolvimento apresentou significativa diminuição no número de folhas maduras como também crescimento dos seus ramos quando recebeu aplicação da microalga *Scenedesmos*. Nas análises realizadas também foi possível constatar um aumento no número de brotações e ganhos de massa fresca e fitomassa, com aplicações da microalga *Spirulina*.

O desempenho da romãzeira após o uso das microalgas mostrou significativa melhoria observando-se, que a aplicação de biofertilizante a base da microalga *Scenedesmos* estimulou o crescimento dos ramos e os teores de clorofila da romãzeira após 30 dias após o transplante, e o biofertilizante *Spirulina* pode ser aplicado para elevar a brotação da romãzeira como também seu acúmulo de fitomassa aos 30 dias após transplante.

No Brasil, o mercado agrícola ainda utiliza poucos tipos de microalgas, mas é uma área de pesquisa bastante promissora que tende apenas a crescer caso haja um investimento maior por parte das indústrias de produtos agrícolas, principalmente porque se mostraram substitutos bem eficazes em diversas áreas.

O uso de microalgas na fase inicial de desenvolvimento das plantas de romãzeira “Mollar” em campo proporcionou ganhos na fitomassa.

A *Spirulina platensis* proporcionou aumento no número de brotações e na massa fresca das plantas, enquanto a *Scenedesmus* sp., proporcionou maior crescimento do ramo, porém, não influenciou o número de brotações nem a massa fresca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTI, M. **Fruticultura: El granado**. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 2010.

ALY, M. S.; ESAWY, M. A. Evaluation of *Spirulina platensis* as bio stimulator for organic farming systems. *J. Gen. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, v. 6, n. 2, p. 1-7, 2008. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Mona\\_Esawy/publication/260553615\\_Personal\\_noncommercial\\_use\\_only\\_JGEB\\_copyright\\_C\\_2008\\_All\\_rights\\_reserved\\_Evaluation\\_of\\_Spirulina\\_Platensis\\_as\\_BioStimulator\\_for\\_Organic\\_Farming\\_Systems/links/0a85e5318c3c824f74000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mona_Esawy/publication/260553615_Personal_noncommercial_use_only_JGEB_copyright_C_2008_All_rights_reserved_Evaluation_of_Spirulina_Platensis_as_BioStimulator_for_Organic_Farming_Systems/links/0a85e5318c3c824f74000000.pdf)>. Acesso em: 2 de mai. 2019.

ANTELO, F. S.; ANSCHAU, A.; COSTA, J. A. V.; KALIL, S. J. Extraction and Purification of C-phycocyanin from *Spirulina platensis* in Conventional and Integrated Aqueous Two-Phase Systems. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 21(5), 921-926, 2010.

ARIOLI, T.; MATTNER, S. W.; WINBERG, P. C. Aplicações de extratos de algas marinhas na agricultura australiana: passado, presente e futuro. *Journal of phycology aplicado*, v. 27, n. 5, p. 2007-2015, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-015-0574-9>>. Acesso em: 8 de jun. 2019

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SILVA, L. X. da. Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v.13, n.29, p. 146-161, 2017.

BARROS, C. M. B. **Substratos e adubação foliar com biofertilizante na produção de mudas de maracujazeiro e mamoeiro.** 2011. 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de pós graduação em Agronomia. UNICENTRO, Paraná, 2011.

CALVO P.; NELSON L.; KLOEPPER, J. W. Usos agrícolas de bioestimulantes de plantas. *Planta e solo*, v.383, p.3-41, 2014.

CAMBICI – Câmara Brasil-Israel de Comércio e Indústria). **Anuário 2011: Agronegócio.** 2011. Disponível em:<http://www.cambici.org.br/download/anuario/2011/Agronegocio.pdf>. Acesso em: 18 Fevereiro, 2018.

CASTELLANOS-BARRIGA, L.G.; SANTACRUZ-RUVALCABA, F.; HERNÁNDEZ-CARMONA, G.; RAMÍREZ-BRIONES, E.; HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M. Effect of seaweed liquid extracts from *Ulva lactuca* on seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*). *Journal of Applied Phycology*, v. 29, n.5, p.2479–2488, 2017.

CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances*, v.25, p.294-306, 2007.

CHOJNACKA, K.; SAEID, A.; MICHALAK, L. The possibilities of the application of algal biomass in the agriculture. *Chemik*, v.66, p.1235-1248, 2012.

DATLA, P. 2011. **The wonder molecule called phycocyanin.** Chennai-India: Parry Nutraceuticals (online), 2011. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/7503/8344c158a7c2ac0d49a4593aa165ba33875a.pdf>>.

DEGASPARI, C. H.; DUTRA, A. P. C. Propriedades fitoterápicas da romã (*Punica granatum L.*). *Visão Acadêmica*, v. 12, n. 1, 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/27237>>. Acesso em: 5 de abr. 2019.

DERNER, R. B.; OHSE, S.; VILLELA, M.; CARVALHO, S. M.; FETT, R. Microalgas, produtos e aplicações. **Ciência Rural**, vol.36, n.6, p.1959-1967. 2006.

DIAS, G. A.; ROCHA, R. H. C.; ARAÚJO, J. L. LIMA, J. F.; GUEDES, W. A. Growth, yield, and postharvest quality in eggplant produced under different foliar fertilizer (*Spirulina platensis*) treatments. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.6, p. 3893-3902, 2016.

DINIZ, B. L. M. T. **Agroecologia e Agricultura Orgânica**. João Pessoa: CCHSA-UFPB, 2011. 40p.

DU JARDIN, P. Bioestimulantes de plantas: definição, conceito, categorias principais e regulamentação. **Scientia Horticulturae**, v.196, p.3-14, 2015.

FARIA, A.; CALHAU, C. Pomegranate in human health: An overview. Bioactive Foods in Promoting Health: Fruits and Vegetables. Watson RR, Preedy VR (eds). **Academic Press, Amsterdam**, Netherlands . p.551-563, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141370542011000600001&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141370542011000600001&script=sci_arttext&tlng=pt)>. Acesso em: 2 de mai. 2018.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Projeções para o agronegócio brasileiro**. 2016. Disponível em: <<http://apps2.fiesp.com.br/outlookDeagro/pt-BR>>. Acesso em: 28 fev. 2021.

FIGUEIRA, F. da S.; MOLON, F. de O.; GETTENS, J. G.; MORAES, C. C.; KALIL, S. J. Obtenção de C-ficocianina de grau alimentar por ultrafiltração: avaliação de parâmetros. In: IV SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2012, Bagé. **Anais... IV Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Bagé: UNIPAMPA, 2012.

FONTANA, J. D.; MENDES, S. V.; PERSIKE, D. S.; PERACETTA, L.; PASSOS, M. Carotenóides Cores Atraentes e Ação Biológica. **Biociência**, V.13, p.40-45, 2000.

FRANCO, C. F., PRADO, R. M. Uso de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de mudas de goiabeira: macronutrientes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.2, p.199-205, 2006.

GARCIA-GONZALEZ, J; SOMMERFELD, M. Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga *Acutodesmus dimorphus*. **Journal of Applied Phycology**, v. 28, p.1051–1061, 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-015-0625-2>>. Acesso em: 31 de mai. 2019.

GODOY, M. S. DE; ARAUJO, R. H. C. R. **A cultura da romãzeira**. Maurício Selguchi de Godoy, Railene Herica Carlos Rocha Araujo (orgs.). – 1. ed. – São Paulo : Appris, 2021. 309 p.; 23 cm. – (Coleção geral).

GOMES, F. A. L. **Morfofisiologia da *Punica granatum* L. cultivada sob estímulo de nanopartículas de microalgas**. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) –

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. 41 f. : il. color. – Pombal, 2019. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3328>>. Acesso em: 2 de abr. 2019

GOMES, F. A.; SANTOS, A. S.; SILVA, G. V.; SILVA, M. S.; CORREA, M. A.; GOMES, Y. B. O.; BATISTA, M. C.; ARAÚJO, R. H. C. R. Potencial do uso de nanopartículas de microalgas na produção de romãzeira. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 1, n. 2, 2020. Disponível em: <<http://www.meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/32>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

GRONEVALT, A. T. M. Efeito da spirulina platensis nos sintomas dispépticos após suspensão do uso crônico de inibidores da bomba protônica: resultados de um ensaio clínico fase II. Dissertação (Mestrado em Envelhecimento Humano) – Universidade de Passo Fundo, 2012. 83f. Disponível em: <<http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1113>>. Acesso em: 30 de mai. 2019.

GUEDES, W. A. **Produção de mudas de cultivares de mamoeiro produzidas sob doses de *Spirulina platensis***. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 2018.

GUISADO, S. I. L. **A cultura da romãzeira (*Punica granatum L.*): Práticas culturais e atributos físico-químicos do fruto das cultivares ‘Acco’ e ‘Wonderfull’**. 2018. Tese de Doutorado. Disponível em: <[https://repositorio.ipbeja.pt/bitstream/20.500.12207/4836/1/Sofia%20Guisado\\_PDF\\_A.pdf](https://repositorio.ipbeja.pt/bitstream/20.500.12207/4836/1/Sofia%20Guisado_PDF_A.pdf)>. Acesso em: 30 de mai. 2019.

HAKALIN, N. L. S. **Otimização das condições de cultivo da microalga *Scenedesmus sp.* para a produção de biodiesel**. 2014. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/17457/1/2014\\_NeumaraLuciSilvaHakalin.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/17457/1/2014_NeumaraLuciSilvaHakalin.pdf)>. Acesso em: 10 de mai. 2019.

HENRIKSON, R. **Dream: Algae Landscape and Architecture Designs**. Algae Industry Magazine website, 29 de Janeiro de 2012. Disponível em: <<http://www.algaeindustrymagazine.com/the-future-of-algae-pt-4/>>. Acessado em 19/03/2021.

INIFARMS. **Market for pomegranates**. Disponível em: <<http://www.inifarms.com/market.html>>. 2012. Acesso em: 10 de setembro de 2017.

JANNIN, L.; ARKOUN, M.; ETIENNE, P.; LAÏNE', P.; GOUX, D.; GARNICA, M.; FUENTE, M.; FRANCISCO, S. S.; BAIGORRI, R.; CRUZ, F.; HOUDUSSE, F.; GARCIA-MINA, J. M.; YVIN, J. C.; OURRY, A. Brassica napus Growth is Promoted by Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol. Seaweed Extract: Microarray Analysis and Physiological Characterization of N, C, and S Metabolisms. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 32, n. 1, p. 31–52, 2013.

LEE, H. Diphosphothreonine-specific interaction between an SQ/TQ cluster and an FHA domain in the Rad53-Dun1 kinase cascade. **MolCell**. vol.30, n.6, p. 767-78, 2008.

LIMBERGER, P. A.; GHELLER, J. A. Efeito da aplicação foliar de extrato de algas, aminoácidos e nutrientes via foliar na produtividade e qualidade de alface crespa. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, n. 1, p. 148-161, 2012. Disponível em: <<https://>

[www.fag.edu.br/novo/arquivos/revista/rbe/1-2011/Artigo\\_12\\_2011.pdf](http://www.fag.edu.br/novo/arquivos/revista/rbe/1-2011/Artigo_12_2011.pdf)>. Acesso em: 4 de jun. 2019

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil – arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2001. 1088p.

LUTZENBERGER, J. A. O absurdo da agricultura. **Estudos Avançados**, v.15, n.43, p.61-74, 2001.

MEDEIROS, C. R. DE. **Uso de microalgas na composição de insumos agrícola**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021, 42 f. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/19816>>. Acesso em: 12 set. 2021.

MEIRELES, H. D. R. **Otimização da extração de ficocianina de Spirulina platensis**. 1 CD-ROM. Monografia (Graduação em Farmácia) - Universidade Federal de Sergipe, Lagarto, 2018. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/handle/riufs/8787>>. Acesso em 30 de mai. 2019.

MENDONÇA, T. A.; DRUZIAN, J. I.; NUNES, I. L. Prospecção tecnológica da utilização da Spirulina platensis. **Cadernos de Prospecção**, v. 5, n. 1, p. 44, 2014. Disponível em: <<https://rigs.ufba.br/index.php/nit/article/view/11480>>. Acesso em 31 de mai. 2019.

MIRANDA, J. R. P. D. C. **Produção de bioetanol a partir da microalga Scenedesmus obliquus**. 2011. (Mestrado em Energia e Bioenergia). Departamento de Ciências e Tecnologia da Biomassa, Universidade Nova de Lisboa, Portugal. 2011.

MORAES NETO, S. P. de. **Fertilizantes NPK e suas origens**. 2001. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/noticias/artigo-fertilizantes-npk-e-suas-origens>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

MORENO, P. M; MARTINEZ-VALERO, R. **El granado**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 1992.

OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development. **Agricultural innovation systems: A framework for analysing the role of the government**. OECD Publishing, 2013. Disponível em: <[https://www.oecdilibrary.org/agriculture-and-food/agricultural-innovationsystems\\_9789264200593-en](https://www.oecdilibrary.org/agriculture-and-food/agricultural-innovationsystems_9789264200593-en)>. Acesso em: 19/03/2021.

OLIVEIRA, L. M. DE. **Uso de Spirulina Platensis sob a qualidade pós-colheita de romã em duas condições de armazenamento**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande. Pós-Graduação em Horticultura Tropical, Pombal – PB, 2018.

PESHIN, R.; VASANTHAKUMAR, J.; KALRA, R. Diffusion of innovation theory and integrated pest management. In R. Peshin; R. K. Dhawan (Eds.), **Integrated pest management: Dissemination and impact**, (pp. 1-29). Dordrecht: Springer, 2009.

POVERO, G.; MEJIA, J. F.; DI TOMMASO, D.; PIAGGESI, A.; WARRIOR, P. Uma abordagem sistemática para descobrir e caracterizar bioestimulantes naturais de plantas. **Frontiers in Plant Science**, v.7, 435, 2016.



REGATO, M. A.; GUERREIRO, I. M. **A cultura da romãzeira no Alentejo: experiência mostra boa adaptação.** *Voz do Campo*, p. 6-8, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ipbeja.pt/handle/20.500.12207/696>>. Acesso em: 15 de mai. 2019.

REYNOLDS, C. S. **A ecologia do fitoplâncton**. Cambridge University Press, 2006.

SILVA, V. P. R. da; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V. de; SOUSA, F. de A. S. de; SOUSA, I. F. de. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 2, 2011. Disponível em: <http://observatorio.faculdadeguanambi.edu.br/wpcontent/uploads/2015/04/Silva-et-al-2011.pdf>. Acesso em: 20 de mai. 2019.

SINGH, A.; OLSEN, S. I. A critical review of biochemical conversion, sustainability and life cycle assessment of algal biofuels. **Applied Energy**, v.88, n.10, p.3548-3555, 2011.

STOVER, E. D.; MERCURE, E. W. **The pomegranate: a new look at the fruit of paradise.** **HortScience**, v. 42, n. 5, p. 1088-1092, 2007. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/42/5/article-p1088.xml>>. Acesso em: 30 de abr. 2019.

SUZUKI, E. T. **Avaliação fenológica, análise econômica e estudo da cadeia produtiva da romã (*Punica granatum*)**. 2016. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2016.

TANAKA, K.; NAKAMURA, Y.; ASAMI, T.; YOSHIDA, S.; MATSUO, T.; OKAMOTO, S. Physiological roles of brassinosteroids in early growth of Arabidopsis: Brassinosteroids have a synergistic relationship with gibberellin as well as auxin in light-grown hypocotyl elongation. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.22, n. 1, p.259-271, 2003.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiology: an introduction**. the.ed. Pearson/Benjamin Cummings, San Francisco, 2007.

WERKMAN, C.; GRANATO, D. C.; KERBAUY, W. D.; SAMPAIO, F. C.; BRANDÃO, A. A. H.; RODE, S. M. Aplicações terapêuticas da *Punica granatum* L.(romã). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 104-111, 2008. Disponível em: <[http://www.sbpmed.org.br/download/issn\\_08\\_3/revisao\\_v10n3.pdf](http://www.sbpmed.org.br/download/issn_08_3/revisao_v10n3.pdf)>. Acesso em: 2 de mai. 2010.

WUANG, S. C.; KHIN, M. C.; CHUA, P. Q. D.; LUO, Y. D. Uso da biomassa de *Espirulina* produzida a partir do tratamento de águas residuárias da aquicultura como fertilizantes agrícolas. **Pesquisa de algas**, v.15, p.59-64, 2016.