











Potencial do uso de nanopartículas de microalgas na produção de romãzeira

Fernando Antonio Lima Gomes ^{1*}, Adriana da Silva Santos ², Guilherme Veloso da Silva ³, Márcio Santos da Silva ⁴, Maximo Antonio Correa ⁵, Yuri Batista Oliveira Gomes ⁶, Mateus Costa Batista ⁷, Railene Hérica Carlos Rocha Araújo ⁸

¹Doutorando em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Brasil. (*Autor correspondente: nandoagro13@gmail.com)

²Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

³Doutorando em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Alagoas, Brasil.

⁴Doutorando em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil.

⁵Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.

⁶Graduado em Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.

⁷Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.

⁸Doutora em Fitotecnia, Professora da Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.

RESUMO

A utilização de microalgas vem ganhando destaque no cenário agrícola, o que se deve ao fato de ser um produto alternativo que pode incrementar a produção de culturas. Microalgas possuem em sua constituição elementos essenciais para o desenvolvimento vegetal, o que as torna bioestimulantes. Nesse sentido, essa pesquisa busca revisar a influência de bioestimulante vegetal a base de extrato de microalgas de duas espécies (*Spirulina platensis* e *Scenedesmus* sp) na produção de mudas de frutíferas, com ênfase em romãzeira. Foram abordados tópicos relativos à importância da cultura da romã, abrangendo a produção, comércio e o consumo dessa fruta. Abordou-se também o potencial da aplicação de extrato de microalgas na agricultura, destacando-se os principais resultados já encontrados. Diversos trabalhos sugerem o uso de microalgas como bioestimulantes na produção de mudas, ação que vem ganhando destaque na agricultura alternativa com o objetivo da obtenção do melhor desenvolvimento e crescimento vegetal. No entanto, pesquisas com o uso desses bioestimulantes na produção de romã são escassas. Dessa forma, estudos experimentais devem ser desenvolvidos para essa cultura, buscando utilizar essa técnica na produção de romã e melhorar as condições gerais de cultivo dessa frutífera.

Palavras-Chaves: Bioestimulantes, *Spirulina platensis*, *Scenedesmus* sp.

Potential of using microalgae nanoparticles in pomegranate production

ABSTRACT

The use of microalgae has been gaining prominence in the agricultural scenario, which is due to the fact that it is an alternative product that can increase crop production. Microalgae have in their constitution essential elements for plant development, which make them biostimulants. In this sense, this research seeks to review the influence of plant biostimulant based on microalgae extract of two species (*Spirulina platensis* and *Scenedesmus* sp) in the production of fruit seedlings, with an emphasis on pomegranate. Topics related to the importance of pomegranate culture were addressed, covering the production, trade and consumption of this fruit. The potential of applying microalgae extract in agriculture was also addressed, highlighting the main results already found. Several studies suggest the use of microalgae as biostimulants in the production of seedlings, an action that has been gaining prominence in alternative agriculture in order to obtain the best development and plant growth. However, research on the use of these biostimulants in pomegranate production is scarce. Thus, experimental studies should be developed for this culture, seeking to use this technique in the production of pomegranate and to improve the general conditions of cultivation of this fruit.

Keywords: Biostimulants, *Spirulina platensis*, *Scenedesmus* sp.

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. (2019). Potencial do uso de nanopartículas de microalgas na produção de romãzeira. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.1, n.2, p.31-40.



1. Introdução

As práticas agrícolas de produções sustentáveis reduzem ou substituem o uso de insumos químicos, por substâncias naturais ou biológicas, chamadas de bioestimulantes (Diniz, 20011). Os bioestimulantes vegetais têm o poder de estimular e aumentar a absorção de nutrientes, tolerância a estresses abióticos e a qualidade dos produtos colhidos (Ebic, 2014). O uso de bioestimulantes é uma técnica alternativa com resultados favoráveis ao crescimento e desenvolvimento de cultivos (Mógor et al., 2008). O aumento de produtividade, com produtos de alta qualidade motivou e continua motivando muitas empresas de pesquisas, tanto públicas quanto privadas a investir dinheiro em desenvolvimento de novas tecnologias que sanem esta necessidade do produtor e da sociedade (Mórgan, 2010).

Os bioestimulantes são misturas entre um ou mais biorreguladores com aminoácidos, enzimas, vitaminas ou sais minerais (Castro, 2006). Os bioestimulantes, aplicados via solo ou pulverização foliar, suplementam as plantas durante o plantio. O uso de formulações bioestimulante é justificado pelo baixo custo, é composto por obter vários nutrientes, considerados elementos essencial para as plantas (Souza, 2003). Na recente realidade da atividade agrícola a utilização de microalgas vem ganhando destaque, por ser um produto de forma alternativo no qual é bastante produtiva, no qual se define como um bioestimulante, no qual é utilizado com o objetivo de aumentar a produção agrícola no campo (Chojnacka et al., 2012).

A *Spirulina platensis* é uma das principais espécies de algas usadas na agricultura e farmacêutica (Guedes et al., 2018). Na sua forma comercial, *S. platensis* tem um grande número de nutrientes essenciais que são absorvidos pela planta, sendo considerado como biofertilizante ou bioestimulante (Aly & Essawy, 2008). As microalgas do gênero *Scenedesmus* também são utilizadas (Lee et al., 2008) tendo como principais constituintes as clorofilas a e b, xantofilas (luteína e prasinoxantina) e carotenóides α , β e γ (Fontana, 2000). As microalgas podem estimular a rizogênese a aumentar o percentual de pega de estacas pelo conteúdo nutricional associado aos brassinosteróides.

Nos sistemas de produção de frutíferas, durante a fase de implantação, o uso de microalgas pode ser aplicado com a finalidade de obter mudas com homogeneidade e boas qualidades, assim, obtendo um rápido crescimento e produção no pomar (Franco et al., 2006). O cultivo de romãzeira vem ganhando destaque no mercado, no qual os produtores, buscam mudas de boas qualidades, para obter um pomar com homogeneidade (Ferreira, 2017).

A propagação de *Punica granatum* L. ocorre principalmente via semente sendo um método demorado e que resulta em variabilidade genética que não é economicamente viável (Takata et al., 2014). A romãzeira também pode ser propagada por estaquia, mas com baixo percentual de pegamento (Paiva et al., 2015a). A utilização de reguladores exógenos como os polissacarídeos ativos e oligossacarídeos derivados de algas, podem ser aplicados nas plantas com a finalidade de estimular o crescimento, desenvolvimento e agir na defesa das plantas (Gonzalez et al., 2013).

2. Desenvolvimento

2.1 Características Morfológicas e Econômicas da Romãzeira

A romãzeira *Punica granatum* L. é um arbusto com estatura variando de 2,00 a 10,0 m, com caule curto e casca fina, ramificado ou não ramificado. Os ramos são acinzentados ou marrom-avermelhados quando jovem (Levin, 2006, Ashton et al, 2006). Esta espécie é semidecídua, com copa arredondada, folhas pequenas (3-7 cm), simples, glabras, coriáceas, opostas, oblogolanceoladas, com pecíolo pequeno e coloração verde-clara (Holland et al., 2009, Oliveira et al., 2010). Esta espécie é asiática e amplamente cultivada em todos continentes, como nos países de climas tropicais e subtropicais (Kahramanoğlu & Usanamaz, 2016).

Suas flores surgem cerca de um mês após a brotação de ramos novos desenvolvidos no mesmo ano. As flores geralmente ocorrem em esporas, podem aparecer de forma solitária, em pares ou em clusters podendo ser vermelhas, laranjas ou rosas. O cálice da flor é tubular e ovário inferior com vários lóculos, com pétalas de cor vermelha-brilhantes e lanceoladas, seus estames são numerosos, livres, carregados em tubo de cálice e filamentos livres (Holland et al., 2009, Hummer et al., 2012). As flores são perfeitas podendo ser hermafrodita, macho e formas intermediárias. As flores são autopolinizadas, entretanto algumas espécies de romãzeira não realizam a autofertilização, com isso o processo de fertilização se dá através dos polinizadores naturais, como abelhas (Kahramanoğlu & Usanamaz, 2016).

Os frutos são compostos, baga globosa, com casca coriácea, amarela ou avermelhada multilocular, tendo várias sementes angulosas, cobertas por tegumento espesso e polposo, com pladibilidade doce ligeiramente ácido (Gomes, 2007). Seu consumo se dá de forma in natura, grão em grão, geleias, saladas, guarnição de pratos, molhos, sucos e de um vinho conhecido como “grenadine” (Suzuki, 2016).

A *Punica granatum* cresce em diferentes condições agroclimáticas que variam de clima tropical a temperado (Levin, 2006, Jalikop, 2007). Seus frutos foram valorizados por antigas culturas como um símbolo de beleza e fertilidade (Still, 2006). O centro de origem se localiza na Ásia central (Holanda et al., 2009) sendo Nativa da região que abrange o Irã até o Himalaia e com isso houve a sua expansão levada para a China por volta de 100 A.C. (Stover & Mercure, 2007).

Mortan (1987), afirma que o cultivo das romãs foi levado para a Europa no ano 800 pelo Império Romano, chegando à Espanha, de onde foi distribuída para América Central, México e América do Sul. A romãzeira é considerada uma das cinco primeiras espécies cultivadas por ter começado por volta de 3000-4000 A.C, no norte do Irã e os Himalaias no norte da Índia (Lye, 2008). A diversidade genética da romãzeira compreende cerca de 500 variedades, sendo distribuídas cerca de 50 variedades de forma comerciais em todos os continentes da terra (Ipri, 2001).

Sendo produzida em países tropicais e subtropicais, nos países do Mediterrâneo, a Índia, o Irã e a China são os maiores produtores mundiais. Alguns países das Américas estão crescendo consideravelmente, especialmente os Estados Unidos. Dessa forma outros países como a Argentina, Brasil, Peru, Chile, Israel e Africa do Sul também são produtores (Suzuki, 2016). O Irã e a Índia são os maiores exportadores de romã em 2014 três milhões de toneladas de frutos foram exportados (Kahramanoğlu & Usanamaz, 2016).

A produção de romã no Brasil é relatada por Suzuki (2016), que descreve que o crescimento e a busca por esse fruto teve incremento a partir dos anos 2000. Barros (2011), afirma que a cultura esta sendo explorada com a intenção de inseri-la no mercado brasileiro de frutas e pode aproveitar suas partes não comestíveis, por conta de suas características nutricionais e funcionais.

Segundo dados da Central de Abastecimento de São Paulo em 2010, 165 toneladas da fruta em 2001, 232 t em 2002, 219 t em 2003 e 187 t no ano de 2004 (Ceagesp, 2010). A romã é o 115º produto mais comercializado na CEAGESP. No ano de 2017 foram comercializadas 618,52 toneladas de romã. Os principais países que enviam Romã para o Entrepósito Terminal de São Paulo são: Espanha (25%), Estados Unidos (16%), Uruguai (5,6%). Já os principais municípios brasileiros que enviam romã são: Valinhos -SP (6,35%), Petrolina – PE (5,6%) e Taquaritinga – SP (3,75%) (Ceagesp, 2017).

2.2 Produção das Mudanças de Romãzeira

Na produção de mudas de qualidade, fatores como cultivares, estágio de desenvolvimento, substrato, reguladores de crescimento, além das diferentes condições ambientais, inerentes a cada época do ano, podem interferir no processo de enraizamento das estacas (Biazatti, 2013).

As mudas de romãzeira podem ser produzidas de forma assexuada, pelos métodos da estaquia (Paiva et al., 2015b), alporquia e enxertia (Maity et al., 2012) e de forma sexuada via semente, entretanto, a propagação

seminífera se trata de uma forma limitada por apresenta uma sacrotesta que envolve as sementes de romãzeira comprometendo a sua germinação, sendo assim lenta e desuniforme (Ashton et al., 2006).

Para Pimenta et al. (2007), o crescimento dos órgãos vegetais, de forma especial as raízes, é considerado entre as funções biológicas das auxinas, no qual auxilia o estabelecimento de plântulas, principalmente, em tempos menos favoráveis para o desenvolvimento das plantas no campo.

A aplicação de biofertilizantes também pode ser considerado um fator importante para a produção de mudas de romãzeira de boa qualidade, sendo bastante empregados na agricultura orgânica, como um fertilizante ecológico com baixo custo de aquisição, com ação direta no fornecimento de nutrientes essenciais no processo de produção de mudas (Guedes et al., 2018).

2.3 Microalgas e sua Aplicação na Agricultura

A conservação ambiental é tratada na agricultura de forma desafiadora querendo encontrar meios para que a humanidade equilibre o desenvolvimento tecnológico para obter a sustentabilidade. Com o crescimento populacional mundial nos últimos anos houve uma maior crescente demanda por alimentos deixando a agricultura com um alto custo ambiental de insumos agroquímicos sintéticos no qual acontece degradação ambiental (Gomes, 2004). Com isso, produtos alternativos, foram desenvolvidos com o objetivo de inserir produtos naturais com a intuição de haver efeito no vegetal para o crescimento e desenvolvimento da plantas, visando assim aumento da produtividade nos sistemas agrícolas sustentáveis. A produção de produtos sustentáveis se direciona a preocupação ambiental. Dessa forma, as microalgas surgem como fonte de compostos naturais de promoção de plantas (Arioli et al., 2015).

O potencial biotecnológico das microalgas se caracterizar com a identificação de várias substâncias sintetizadas por esses organismos (Singh et al., 2016), incluindo poliaminas (Hosoya et al. 2005, Incharoensakdi et al., 2010). Nesta vertente, Wally et al., 2013, afirmam que o efeito das microalgas estão diretamente ligados com seu poder hormonal vegetal (giberilina, ácido abscico, citocininas e auxina). Além dos compostos bioativos, como os polissacarídeos, poliaminas e os extratos de sinalização vegetal, estando presente nas células dos vegetais com transições de desenvolvimento (Vera-Sirera et al., 2010).

A utilização da biomassa de microalgas como biofertilizantes ou bioestimulantes é tratada como objeto de estudos recentes. Em algumas pesquisas se relata que o extrato celular de *Acutodesmus dimorphus* e a biomassa seca foram capazes de desencadear uma germinação mais rápida e melhorar crescimento e emissão floral em tomate (Garcia-Gonzalez & Sommerfeld, 2016). A adição de biomassa de *Chlorella vulgaris* ao solo melhorou o crescimento de mudas de alface (Faheed & Abd-El Fattah 2008). Espécies de cianobactérias promoveram efeitos positivos na germinação de sementes e no crescimento vegetal em trigo e ervilha, respectivamente (Hussain & Hasnain, 2011, Osman et al., 2010).

Yee et al. (2012), avaliando a utilização da *Spirulina Plantesis* como agente de biofortificação para aumentar os níveis de zinco em cultivares de *Amaranthus gangeticus*, *Phaseolus aureus* e tomate, verificaram que os resultados obtidos enfatizaram a aplicação de *Spirulina platensis* aumenta o nutriente mineral em plantas como recurso renovável não poluente, barato, utilizável para manter a fertilidade do solo.

A cianobactéria *Arthrospira platensis* (*Spirulina platensis*) como biomassa é rica em proteína com 60%. Esta biomassa é utilizada em hidrolisados de proteínas com biocompostos valiosos, incluindo os ácidos lamino (Zhang & Zhang, 2013, Lisboa et al., 2016), L- arginina e L-ornitina. A descarboxilação destes aminoácidos faz parte da biossíntese de poliaminas (Lima et al., 2008). A presença de PAs em cianobactérias está associada a melhoria potencial da liberação de compostos bioativos por hidrólise (Zhang & Zhang, 2013) Kim et al. (2007), afirmam que o hidrolisado de *Spirulina p.* tem o poder de promover crescimento de planta.

2.3.1 Microalga - *Spirulina Plantensis*

Entre tantas espécies de microalgas existentes, a *Spirulina platensis* se define como uma cianobactéria de forma filamentosa com cor verde-azulada, podendo ser encontrada em solos, pântanos, lagos alcalinos e águas salobras, marinhas e doces (Richmond, 1990). Através da fotossíntese convertem os nutrientes em matéria celular e liberam oxigênio (Ambrosi et al., 2008).

A *Spirulina platensis* é um organismo de forma primitiva e que se teve sua origem por volta de 3,5 bilhões de anos. Sua comercialização se dá em vários países para fins terapêuticos e nutricionais por conter proteínas e vitaminas (Benneman Jr., 1988, Garcia, 2016).

Em meios a exploração da *S. plantensis*, pesquisadores afirmam que os benefícios à saúde humana são bastante relevantes, sendo utilizado como um complemento alimentar, por conter alto níveis de proteínas (64 a 74%), vitaminas do complexo A, B, B2, B6, B12, E e D, minerais, carboidratos, carotenoides, betacaroteno, xantófilo e ácido γ -linolênico, além de atividade antioxidante (Shabana et al., 2017). Os ácidos graxos essenciais, ácido linolênico também estão presentes (Dineshkumar, 2015).

Na agricultura, o extrato de *S. plantensis* é uma substância biologicamente ativa (Liaua et al., 2010), com conteúdo nutricionais como o polissacarídeos sulfatados, pigmentos carotenóides, fitocossóis, peptídeos bioativos, polinsaturados ácidos graxos, taurina, polifenóis, minerais e vitaminas (Antonisamy, 2011, Gupta et al., 2011).

Guedes et al. (2018), utilizando concentrações diferentes de biofertilizante a base de *Spirulina platensis* na produção de mudas de mamoeiro “Formosa” e “Papaya”, verificaram melhorias no desempenho agrônômico com as doses de 1,6% e 2,0% de *Spirulina platensis* resultando em maior acúmulo de nitrogênio e fósforo, respectivamente, na massa seca das folhas de mamoeiro “Formosa”.

Diferentemente, Silva et al. (2017) estudando a aplicação do fertilizante orgânico a base de *Spirulina platensis* aplicado via foliar na alface “Elba”, não observaram efeito significativo do fertilizante no crescimento, produção e teores de N, P, Na e K vegetal e parâmetros fisiológicos.

2.3.2 Microalga - *Scenedesmus sp.*

A microalga *Scenedesmus sp.* é uma espécie de vida aquática, que habita ambientes como lagos de água doce e rios (Kim et al., 2007). É pertencente ao grupo das algas verdes do domínio Eukarya, Chlorophyta da classe Euhlorophyceae, ordem Chlorococcales da família Scenedesmaceae (Ramos et al., 2007). Trata-se de seres clorofilados unicelulares e uninucleadas, com forma elipsoidal e suas colônias são planas formadas por 5 - 6 células cujos eixos mais longos são paralelos entre si (Dzuman, 2013). Sua constituição é feita por células elipsoidais, fusiformes ou ovoides. As células apresentam ou não dois espinhos. São algas de superfície, que produzem odor e sabor de capim nas águas e vivem bem em meios com alto teor mineral e efluentes contaminados (Aquino & Schroeder, 2009).

O tamanho das microalgas *Scenedesmus sp.* pode variar entre 3 a 31 μm segundo a espécie (Godinho et al., 2010). Devido ao tamanho pequeno não se locomovem, suas colônias são constituídas por células alinhadas em uma placa plana (Chaichalerm et al., 2012).

A utilização dessa microalga é importante para a produção de biomassa que é usada na agricultura, em tratamento de águas nas lagoas que foram oxidadas e nos tratamentos de efluentes de lagares e de águas residuais urbanas (Miranda, 2011).

3. Considerações Finais

Através das informações contidas na literatura, observa-se que nos últimos anos diversos trabalhos sugerem o uso de microalgas como bioestimulantes na produção de mudas; ação que vem ganhando destaque

na agricultura alternativa com o objetivo da obtenção do melhor desenvolvimento e crescimento vegetal. No entanto, pesquisas com o uso desses bioestimulantes na produção de romã são escassas. Dessa forma, estudos experimentais devem ser desenvolvidos para essa cultura, buscando utilizar essa técnica na produção de romã e melhorar as condições gerais de cultivo dessa frutífera.

4. Referências

- Aly, M. S., Esawy, M.A. (2008). Evaluation of *Spirulina platensis* as bio stimulator for organic farming systems. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**, 6(2), 1-7.
- Ambrosi, M. A., Reinehr, C. O., Bertolin, T. E., Costa J. A. V., Colla L. M. (2008). Propriedades de saúde da microalga *Spirulina*. **Revista de Ciências Farmacêutica Básica e Aplicada**, 29(2), 115- 123.
- Antonisamy, M.J., Raj, E.D.S. (2011). UV–VIS and HPLC studies on *Amphiroa anceps* (Lamarck) Decaisne. **Arabian Journal of Chemistry**, 9(1), 907-913.
- Aquino, C. A. D., Schroeder, L. **Proposta de sistema de baixo custo para cultivo de microalgas**. (2009). Departamento acadêmico de Química e Biologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- Ariout, T., Mattner, S.W., Winberg, P.C. (2015). Applications of seaweed extract im Australian agriculture: post present future. **Journal of Applied Phycology**, 27, (1), e207.
- Ashton, R.W., Baer, B.L., Silverstein, D.E. (2006). **The incredible Pomegranate: Plant & Fruit**. 1 ed. Tempe: Third Millennium Publishing. 162 p.
- Benemann Jr. (1992). Microalgae aquaculture feeds. **Journal of Applied Phycology**, 4(3), 233-245.
- Biazatti, M. A. (2013). **Potencial de enraizamento, vigor, enxertia interespecífica e resistência a *Meloidogyne enterolobii* em genótipos de araçazeiros**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Castro, P.R.C. (2006). **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq.
- Ceagesp – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. (2017). **Dados de cotação: Romã**. São Paulo-SP. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/entrepósitos/servicos/cotacoes/>. Acesso: 28 de janeiro de 2019.
- Chaichalerm,S., Pokethititook, P., Yuan, W., Meetam, M., Stritong, M., Stritong, M., Pugkaew, W., Kungvansaich, K., Kruatrachue, M., Damronphol, P. (2012). Culture of microalgal strains isolated from natural habitats in Thailand in various enriched media. **Applied Energy**, 89(1), 296-302.
- Chojnacka, K., Saeid, A., Michalak, L. (2012). The possibilities of the application of algal biomass in the agriculture. **Chemik**, 66(1), 1235-1248.
- Dineshkumar, R., Arendran, R., Sampathkumar, N. P. (2015). Cultivation of *Spirulina platensis* in different selective media. **Indian Journal of Geo Marine Sciences**, 45(12), 1749-1754.
- Diniz, B.L.M.T. (2011). **Agroecologia e Agricultura Orgânica**. João Pessoa. UFPB.

- Ebic - European Biostimulant Industry Council. (2014). **Casa Europa**. 2014. Disponível: <http://www.biostimulants.eu/>. Acesso: 28 de janeiro de 2019.
- Ferreira, A.F.A. (2017). **Propagação vegetativa de romãzeira (*Púnica granatum L.*)**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.
- Fontana, J.D., Mendes, S. V., Persike, D.S., Peracetta, L., Passos, M. (2000). Carotenóides Cores Atraentes e Ação Biológica. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, 13(1), 40-45.
- Franco, C.F., Prado, R. M. (2006). Uso de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de mudas de goiabeira: macronutrientes. **Acta Scientiarum Agronomy**, 28(2), 199-205.
- Garcia-Gonzalez, J, Sommerfeld, M. (2016). Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga *Acutodesmus dimorphus*. **Journal of Applied Phycology**, 28, 1051–1061.
- Garcia-Gonzalez, J, Sommerfeld, M. (2016). Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga *Acutodesmus dimorphus*. **Journal of Applied Phycology**, 28(1), 1051–1061.
- Godinho, L. R., González, A. A. C., Bicudo, C. E. D. M. (2010). Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga São Paulo, SP. **Hoehnea**, 37(1), 513-533.
- Gomes, P. (2004). **Fruticultura Brasileira**. São Paulo: Ed. Nobel.
- González A., Casado, C., Arinõ, J., Casamayor, A. (2013). Ptc6 is required for proper rapamycin-induced down-regulation of the genes coding for ribosomal and rRNA processing proteins in *S. cerevisiae*. **Plos One**, 8(5), 1-14.
- Guedes, W.A., Araújo, R.H.C.R., Rocha, J.L.A., Lima, J.F., Dias, G.A., Oliveira, Á.M.F., Lima, R.F., Oliveira, L.M. (2018). Production of papaya seedlings using *Spirulina platensis* as a biostimulant applied on leaf and root. **Journal of Experimental Agriculture International**, 28(1), 1-9.
- Gupta, S., Abu-Ghannam, N. (2011). Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. **Food Science and Emerging Technologies**, 12(1), 600-609.
- Holland, D., Hatib, K., Bar-Ya“Akov, I. (2009). Pomegranate: Botany, Horticulture, Breeding. **Horticultural Reviews**, 35(1), 127-191.
- Hosoya, R., Hamana, K., Isobe, M., Yokota, A. (2005). Polyamine distribution profiles within cyanobacteria. **Microbiol Cult Coll**, 21(1), 3-8.
- Hummer, K., Pomper, K. W., Postman, J., Graham, C. J., Stover, E.D., Mercure, E. W., Aradhya, M., Crisosto, C. H., Ferguson, L., Thompson, M. M., Byers, P., Francis Z. Emerging Fruit Crops. In: Badenes, M. L., Byrne, D.H. (2012). **Fruit Breeding**. New York: Springer.
- Hussain, A., Hasnain, S. Phytostimulation and biofertilization in wheat by cyanobacteria. (2011). **Journal of Microbiology and Biotechnology**, 38(1), 85–92.
-

Incharoensakdi, A., Jantaro, S., Raksajit, W., Mäenpää, P. (2010). Polyamines in cyanobacteria: biosynthesis, transport and abiotic stress response. In: Méndez-Vilas A (ed). **Current research, technology and education topics in applied microbiology and microbial biotechnology**. Formatex.

Ipgri - International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. Regional report CWANA 1999/2000. (2001). Roma. Disponível em: <http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/821.pdf>. Acesso em: 28 de janeiro de 2019.

Jalikop, S.H. (2010). Pomegranate breeding. **Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**, (4) 2, 26-34.

Kim, M. K., Park, J.W., Park, C. S., Kim, S. J., Jeune, K. H., Chang, M.U., Acreman, J. (2007). Enhanced production of *Scenedesmus* spp. (green microalgae) using a new medium containing fermented swine wastewater. **Bioresource Technology**, 98(11), 2220-2228.

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

Levin, G.M. (2006). **Pomegranate Roads: A Soviet Botanist's Exile from Eden (1st Edn)**. Floreant Press.

Liaua, B.C., Shena, C.T., Lianga, F.P. (2010). Supercritical fluids extraction and anti-solvent purification of carotenoids from microalgae and associated bioactivity. **Journal of Supercritical Fluids**, 55(1), 169-175.

Lisboa, C.R., Pereira, A.M., Costa, J.A.V. (2016). Biopeptides with antioxidant activity extracted from the biomass of *Spirulina* sp. LEB 18. **African Journal of microbiology Research**, 10(1), 79–86.

Lye, C.J., Chen, L.G., Liang W.L., Wang, C.C. (2010). Anti-inflammatory effects of *Punica granatum* Linne in vitro and in vivo. **Food Chemistry**, 118(1), 315-322.

Maity, A., Sharma, J., Jadhav, V. T., Babu, K., Chandra, R. (2012). Effect of solarization on nutrient availability, enzyme activity and growth of pomegranate (*Punica granatum*) air-layered on various potting mixtures. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, 82(9), 775-82.

Miranda, J. R. P. D. C. (2011). **Produção de Bioetanol a Partir da Microalga *Scenedesmus obliquus***. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa, Portugal.

Mógor, A. F., Ono, E. O., Rodrigues, J.D., Mógor, G. (2008). Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Scientia Agraria**, 9(1), 431- 437.

Mórgan, Á. (2010). Bioestimulantes, a nova onda?. **Revista DBO Agrotecnologia**. 34.

Oliveira, L. P., Pinheiro, R. C., Vieira, M. S., Paula, J. R., Bara, M. T. F., Valadares, M. C. (2010). Atividade citotóxica e antiangiogênica de *Punica granatum* L., Punicaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 20(2), 201-207.

- Osman, Meh., El-Sheekh, M.M., El-Naggar, A.H, Gheda, S.F. (2010). Effect of two species of cyanobacteria as biofertilizers on some metabolic activities, growth, and yield of pea plant. **Biol Fertil Soils**, 46(1), 861–875.
- Paiva, E. P., Rocha, R. H. C., Praxedes, S. C., Guedes, W. A., Sá, F. V. Da S. (2015a). Crescimento e fisiologia de mudas de romãzeira cv. Wonderful propagadas por enxertia. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 10(1), 117-122.
- Paiva, E. P., Rocha, R. H. C., Praxedes, S. C., Guedes, W. A., Sá, F. V. Da S. (2015b). Crescimento e qualidade de mudas de romãzeira Wonderful propagadas por estaquia. **Revista Caatinga**, 28(2), 4-15.
- Pimenta, M., Fernandes, L.S., Pereira, U.J., Garcia, L.S., Leal, S.R., Leitão, S.G., Salimena, F.R.G., Viccini, L.F., Peixoto, P.H.P. (2007). Floração, germinação e estaquia em espécies de *Lippia* (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, 30(1), 211- 220.
- Ramos, L.M.P., Silva, I.M., Camara, F.M. (2007). **Análise ecológica da comunidade fitoplanctônica da lagoa Nova Brasília**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa.
- Richmond, A. (1990). **Handbook of microalgal mass culture**. Boston: CRC.
- Shabana, E.F, Ali Gabr, M.A., Moussa, H.R., El-Shaer, E.A., Ismaiel, M.M.S. (2017). Biochemical composition and antioxidant activities of *Arthrospira Spirulina platensis* in response to gamma irradiation. **Food Chemistry**, 214(1), 550–555.
- Silva, D.S.O., Nóbrega, J.S., Rocha, R.H.C., Araújo, J.L., Guedes, A.G., Lima, J.F. (2017). Produção, aspecto nutricionais e fisiológicos de alface sob adubação foliar com *Spirulina platensis*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 12(1), 41- 47.
- Singh, J.S, Kumar, A., Rai, A.N., Singh, D.P. (2016). Cyanobacteria: a precious bio-resource in agriculture, ecosystem, and environmental sustainability. **Frontiers in Microbiology**, 7(1), 1-19.
- Souza, E.F. (2003). O morango e sua padronização: classificação de produtos. **Gleba**, 16(1), 6-8.
- Still, D.W. (2006). **Pomegranates: A botanical perspective**. CRC Press, Boca Raton.
- Stover, E., Mercure, E.W. (2007). The Pomegranate: A New Look at the Fruit of Paradise. **HortScience**, 42(5), 1088-1092.
- Suzuki, E. T. (2016). **Avaliação fenológica, análise econômica e estudo da cadeia produtiva da romã (*Punica granatum*)**. 2016. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu-SP.
- Takata, W., Silva, E.G., Corsato, J.M., Ferreira, G. (2014). Germinação de sementes de romãzeiras (*Punica granatum* L.) de acordo com a concentração de giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 36(1), 254-260.

Vera-Sirera, F. Minguet, E.G., Singh, S.K., Ljung, K., Tuominen, H., Blázquez, M.A., Carbonell, J. (2010). Role of polyamines in plant vascular development. **Plant Physiology and Biochemistry**, 48(1), 534-539.

Yee, N. N., Aye, S. M., Htun, T. T. (2012). Effect of spirulina on germination, growth, yield and nutritional value of wheat. **University of Mauritius Research Journal**, 5(1), 37–57.

Zhang, B., Zhang, X. (2013). Separation and nanoencapsulation of antitumor polypeptide from *Arthrospira platensis*. **Biotechnology Progress**, 29(2), 1230– 1238.