



Universidade Federal
de Campina Grande

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA TROPICAL**

WELLINGTON ALVES GUEDES

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CULTIVARES DE MAMOEIRO PRODUZIDAS SOB
DOSES DE *Spirulina platensis***

POMBAL-PB

2018

WELLINGTON ALVES GUEDES

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CULTIVARES DE MAMOEIRO PRODUZIDAS SOB
DOSES DE *Spirulina platensis***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof^a DSc. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo

POMBAL-PB

2018

WELLINGTON ALVES GUEDES

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CULTIVARES DE MAMOEIRO PRODUZIDAS SOB
DOSES DE *Spirulina platensis***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Aprovado em: ___/___/___

Prof^ª. DSc. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo
Orientadora (CCTA/UFCG)

Prof. D. Sc. Reginaldo Gomes Nobre
UAGRA-CCTA-UFCG
Examinador

Pesquisador D. Sc. José Franciraldo de Lima
UFCG
Examinador

*Ao meu pai, José Guedes Freire e em especial, minha mãe Maria Dáguia Alves Guedes, que sempre me incentivaram e apoiaram em todas as minhas escolhas. De todo o coração, agradeço pela compreensão, confiança e amor. A minha noiva Josineide de Oliveira que está presente na realização deste sonho e a quem devo todo o meu AMOR...
A todos minha sincera dedicação!*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus e a Nossa Senhora, que me permitem viver e ter ótimas oportunidades nesta vida.

De forma igualmente especial, agradeço a meus pais (José Guedes Freire e Maria Dáguia Alves Guedes), por serem meu contínuo apoio em todos estes anos, ensinando-me, principalmente, a importância da formação e a coerência de meus próprios valores.

A toda a minha família, obrigado por todo o carinho, preocupação, incentivo e por serem meu porto seguro.

A Josineide de Oliveira, pelo amor, pelo companheirismo, pela dedicação, por me aceitar, por me acalmar quando muitas vezes o desespero falou mais alto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À Professora D. Sc. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo, pela orientação na pesquisa, pelos ensinamentos e por todas as oportunidades ofertadas.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e ao programa de Pós-graduação em Horticultura Tropical e a todos aqueles que compõem o corpo docente, pelos ensinamentos transmitidos durante o mestrado.

Aos colegas de trabalhos de pesquisa Ágda Malany Forte de Oliveira, George Alves Dias, Robson Felipe de Lima, Máximo Antônio Correia e Charles Macedo que tanto se esforçaram para me auxiliar em implantação, andamento e avaliação dos experimentos. A todos em especial o meu muito obrigado.

Aos colegas de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, pela amizade e convivência durante o curso de mestrado. Hoje algumas são mais que colegas, posso chamá-las de amigos.

A toda a equipe da secretaria de Pós-graduação, que sempre estiveram dispostas a auxiliar no dia-a-dia dos alunos.

RESUMO GERAL

GUEDES, W.A. **Produção de mudas de cultivares de mamoeiro produzidas sob doses de *Spirulina platensis***. 2018. 71f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB¹.

A aplicação de biofertilizantes com a finalidade de melhorar o desempenho de culturas agrícolas, têm impulsionado a utilização de produtos à base de microalgas, por ser uma alternativa ao uso de fertilizantes e por ser ecologicamente correto. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e qualidade de mudas de mamoeiro produzidas com o uso de *Spirulina platensis* através do tratamento das sementes e aplicações adicionais via solo e via foliar. A pesquisa foi realizada em ambiente protegido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, sendo conduzidos quatro experimentos, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC), com cinco repetições e três mudas por repetição. Para acompanhamento do crescimento das mudas adotou-se o esquema de parcelas subdivididas composto por dois fatores, doses de *Spirulina platensis* (0,0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0%) e épocas de avaliações (20, 28, 36, 44 e 52 dias). Os tratamentos foram realizados nas sementes durante cinco minutos e aplicados ao longo do tempo. A imersão das sementes nas doses de *Spirulina platensis* não influencia o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de emergência. Mas, as aplicações realizadas ao longo do tempo via solo em mudas de mamoeiro do híbrido Tainung-1, referente ao grupo ‘Formosa’ e Sunrise solo, referente ao grupo ‘Papaya’, influenciou de forma positiva, sendo as doses de 0,4 até 1,6% de *Spirulina platensis* que proporcionou o maior crescimento nas variáveis número de folhas, altura de plantas, diâmetro do caule, área foliar, comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea, da raiz e total, massa seca da parte aérea, da raiz e total, relação raiz/parte aérea e Índice de Qualidade de Dickson. A dose de 2,0% de *Spirulina platensis* proporcionou maior acúmulo de N na massa seca das folhas. A testemunha apresentou maiores teores de P. As aplicações realizadas via foliar não influenciam no crescimento das mudas de mamoeiro ‘Formosa’, mas, para o mamoeiro ‘Papaya’ influenciou na massa fresca da parte aérea, raiz e total. Para as demais variáveis estudadas não houve resposta. A dose de 2,0% e controle proporcionou maior acúmulo de N e P, respectivamente, na massa seca das folhas de mamoeiro ‘Papaya’.

Palavras-chave: *Carica papaya* L., produção de mudas, biofertilizante.

¹Orientadora: Prof^a Railene Hérica Carlos Rocha Araújo, CCTA/UFPG

ABSTRACT

GUEDES, W.A. Production of seedlings of papaya cultivars produced under doses of *Spirulina platensis*. 2018. 71f. Dissertation (Masters in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal, PB¹.

The application of biofertilizers or biostimulants for the purpose of improving the performance of agricultural crops has driven the use of products based on microalgae, as an alternative to the use of fertilizers and being ecologically correct. Thus, the objective of this work was to evaluate the production and quality of papaya seedlings produced with the use of *Spirulina platensis* through seed treatment and additional applications via soil and foliar via, in a protected environment. The research was carried out at the Agro-Food Science and Technology Center of the Federal University of Campina Grande, Pombal-PB. Four experiments were carried out, using a completely randomized experimental design (DIC), with five replications and three replications per replicate. In order to follow the growth of the seedlings, the split-plot scheme was composed of two factors, *Spirulina platensis* (0.0; 0.4; 0.8; 1.2; 1.6 and 2.0%) and (20, 28, 36, 44 and 52 days). The treatments were carried out in the seeds for five minutes and applied over time. Immersion of seeds at *Spirulina platensis* doses does not influence the rate of emergence and the percentage of emergence. However, the applications carried out over time via soil in papaya plants of the hybrid Tainung-1, referring to the group 'Formosa' and Sunrise soil, referring to the 'Papaya' group, influence positively, being the doses from 0.4 up to 1.6% of *Spirulina platensis* that provided the highest growth in the number of leaves, plant height, stem diameter, leaf area, root length, fresh shoot, root and total mass, shoot dry matter, of the root and total, root/shoot ratio and Dickson Quality Index. The 2.0% dose of *Spirulina platensis* provided greater accumulation of N in the leaf dry mass. However, for the 'Papaya' papaya, it influenced the fresh mass of the aerial part, root and total. For the other variables studied there was no response. The 2.0% and control dose gave higher accumulation of N and P, respectively, in the dry mass of Papaya papaya leaves.

Keywords: *Carica papaya* L., production of seedlings, biofertilizer.

¹Orientadora: Prof^a Railene Hérica Carlos Rocha Araújo, CCTA/UFCG

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	10
2.1. Descrição do mamoeiro	10
2.2. Importância econômica	11
2.3. Uso de algas na agricultura	11
2.4. <i>Spirulina platensis</i>	13
3. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	14
CAPÍTULO 1: Crescimento e qualidade de mudas de mamoeiro produzidas com o uso de <i>Spirulina platensis</i> aplicada via solo	18
RESUMO	19
ABSTRACT	20
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1. Características avaliadas	24
2.2. Análises estatísticas	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4. CONCLUSÕES.....	42
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	42
CAPÍTULO II: Crescimento e qualidade de mudas de mamoeiro produzidas com o uso de <i>Spirulina platensis</i> aplicada via foliar	45
RESUMO	46
ABSTRACT	47
1. INTRODUÇÃO	48
2. MATERIAL E MÉTODOS	49
2.1. Características avaliadas	52
2.2. Análises estatísticas.....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4. CONCLUSÕES.....	68
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

1. INTRODUÇÃO GERAL

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) pertence à família *Caricaceae* e é uma das culturas mais importante e amplamente distribuídas nos países tropicais e subtropicais. O Brasil destaca-se mundialmente por ser segundo maior produtor de mamão, com participação de 1,5 mil toneladas numa área de 30.445 ha, superado apenas pela Índia (FAO, 2014; IBGE, 2015).

As variedades de mamoeiro mais cultivadas no Brasil pertencem aos grupos ‘Formosa’ e ‘Solo’. Variedades do grupo ‘Formosa’ têm polpa laranja avermelhada e tamanho médio de 1.000 a 1.300 g, e são formados em sua maioria por híbridos comerciais, sendo o híbrido Tainung nº 1, o mais cultivado no Brasil, que vêm conquistando espaço tanto no mercado interno quanto externo, no qual se percebe um forte crescimento nas vendas, principalmente, para Europa, o Canadá e os Estados Unidos; enquanto que os do grupo ‘Solo’ têm frutos preferidos para exportação, por apresentarem polpa avermelhada e tamanho pequeno, com peso variável de 300 a 650 g (EMBRAPA, 2009; DIAS et al., 2011).

A produtividade e a qualidade dos frutos de mamoeiro dependem muito dos tratamentos culturais dispensados às plantas desde a obtenção de sementes até a formação de mudas. Dentre os fatores que podem afetar a produção de mudas de boa qualidade, estão: a qualidade da semente, do substrato e do adubo utilizado, pois estes contribuem para melhor crescimento e sanidade da muda (ARAÚJO et al., 2010).

Dentre as tecnologias já existentes para a produção de mudas, pode-se citar os biofertilizantes, usados na agricultura. Principalmente na produção orgânica, considerada uma alternativa ao uso de fertilizantes, de baixo custo e ecologicamente correta. Este pode corrigir as deficiências nutricionais durante o processo de produção de mudas e ao mesmo tempo a substituição da adubação química. Uma das fontes de matéria prima para a produção de biofertilizante está sendo encontrado em microalgas, devido a constatação da riqueza nutricional presente na sua biomassa, que o caracteriza como um produto de elevado potencial para ser empregado como biofertilizante.

Desta forma, o uso de microalgas na agricultura vêm crescendo, como biofertilizantes ou bioestimulante, com o intuito de aumentar o desempenho produtivo das culturas agrícolas (ALY e ESAWY, 2008; CHOJNACKA et al., 2012). As microalgas são alvo de pesquisas devido à riqueza nutricional presente em sua biomassa, onde é encontrado nitrogênio, fósforo, potássio, lipídeos, vitaminas e minerais (DERNER et al., 2006). Além disso, encontrados também hormônios, ácidos graxos e oligoelementos responsáveis no controle do crescimento e desenvolvimento das plantas e aumento da resistência a patógenos (CHOJNACKA et al., 2012).

As microalgas são microrganismos com clorofila e outros pigmentos fotossintéticos, os quais são capazes de realizar a fotossíntese oxigênica (DERNER et al., 2006). Dentro desta classe, é encontrado o gênero *Spirulina*, uma microalga verde-azulada pertencente ao grupo das *Cyanobacteria*, ordem *Oscillatoriales*, família *Cyanophyceae* (ALY e ESAWY, 2008). São microrganismos fotossintetizantes, unicelulares e agrupam-se formando tricomas (SCHMITZ et al., 2012).

Os extratos de algas podem ser aplicados através do tratamento de sementes, da irrigação do solo, pulverização foliar ou em combinação de duas ou mais formas. Além disso, é necessário definir o método de aplicação para ser utilizado quanto as, frequências e épocas de aplicações de forma a influenciar no crescimento vegetal (CARVALHO, 2013).

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. Descrição do mamoeiro

O mamoeiro explorado comercialmente pertence à classe *Dicotyledoneae*, subclasse *Archichlamydeae*, ordem *Violales*, subordem *Caricineae* e família *Caricaceae*, que compreende seis gêneros: *Jacaratia*, com sete espécies encontradas desde o México até o Norte da Argentina; *Jarilla*, englobando três espécies encontradas no México e na Guatemala; *Cylicomorpha*, com duas espécies da África Equatorial; *Horovitzia*, gênero mais recente, com uma espécie no México; *Vasconcellea*, com 21 espécies, que se distribuem pela América do Sul com maior concentração nos Andes e nos Vales do Equador, onde são encontradas 16 das 21 espécies descritas; e *Carica*, que é monoespecífico e detém a espécie *Carica Papaya* L. de maior importância econômica da família *Caricaceae* (SILVA, 2016).

É uma planta herbácea de clima tropical e subtropical, bem adaptada ao território brasileiro, onde tem grande importância econômica entre as frutíferas, especialmente na região Nordeste (ALBANO et al., 2017). Segundo Lorenzi et al. (2006) descreveram o mamoeiro como um lactescente, de tronco oco, não lenhoso de 3 a 6 m de altura, ereto, podendo atingir até 8 metros, encimado por uma coroa de folhas. Sendo essas alternadas, grandes, com 20 a 60 cm de comprimento e até 70 cm de diâmetro, membranáceas e glabras, recortadas, com pecíolo também oco. O sistema radicular é pivotante, com uma raiz principal muito desenvolvida.

As flores do gênero *Carica* são brancas ou amareladas, podendo ocorrer de três tipos, as quais levam a classificação das plantas em femininas, masculinas e hermafroditas. Possuem ovário unilocular, o que os diferencia do gênero *Vasconcellea*. O fruto é uma baga de forma

variável de acordo com o tipo de flor, podendo ser arredondado, oblongo, alongado, cilíndrico ou piriforme, com tamanho variável, podendo chegar a 3,0 kg. A casca é fina e lisa, de coloração amarelo-clara a alaranjada quando maduros, protege a polpa de 2,5 a 5,0 cm de espessura e coloração que pode variar de amarela, rosada a vermelho-alaranjada, com numerosas sementes pretas (SANTOS et al., 2009).

2.2. Importância econômica

O Brasil é o segundo maior produtor de mamão com mais de 1,4 milhão de toneladas anual, numa área da ordem de 30,3 mil hectares de área cultivada (FAO, 2014; IBGE, 2015). O mamão é cultivado em quase todos os estados brasileiros. As regiões Sudeste e Nordeste são as mais expressivas, juntas produzem 95,5% da produção nacional, destacando-se os estados da Bahia e Espírito Santo como os principais produtores (SILVA, 2017). O estado da Paraíba, notadamente a produção do mamoeiro do grupo ‘Solo’, vem merecendo destaque, com produtividade em torno de 39,9 t ha⁻¹ numa área de 772 ha (IBGE, 2015). Os principais fatores limitantes para essa cultura agrícola na região Nordeste, especificamente na área semiárida, são a escassez e a irregularidade das chuvas (SILVA, 2017).

2.3. Uso de algas na agricultura

As microalgas são microrganismos fotossintéticos, que contém clorofila *a* como principal pigmento fotossintético uni ou multicelulares, procariotos ou eucariotos, predominantemente aquáticos, cujo talo não apresenta diferenciação em raiz, caule ou folhas com requerimentos nutricionais relativamente simples e cuja biomassa pode ser empregada para obtenção de biocompostos, como suplemento alimentar humano, nutrição animal, fonte de biocombustíveis, biofertilizante e bioestimulante (TANAKA et al., 2003; DERNER, 2006; ANDRADE e COSTA, 2008).

A biomassa fabricada a partir de algas apresenta grande potencial para ser utilizado como biofertilizante ou bioestimulante. Com o aumento da procura nos últimos anos por produtos de origem orgânica, há uma necessidade de novas alternativas para substituir os adubos minerais por adubos orgânicos (LIMBERGER e GHELLER, 2012). A utilização de biofertilizante a base de microalgas aparece como uma alternativa, pois são produtos de origem orgânica que apresentam vantagens na aplicação em diversas culturas agrícolas (DERNER et al., 2006).

De acordo com Monteiro et al. (2011), quando aplicado à solução com elevado teor de aminoácidos livres a planta realiza uma absorção direta, aumentando desta forma o crescimento e a produtividade. Para Aly e Essawy (2008) foi observado que fertilizantes ricos em aminoácidos proporcionam a cultura aumento no desenvolvimento do sistema radicular, desbloqueio de nutrientes, grande poder de germinação das sementes, aumento da síntese de clorofila, da atividade enzimática e coenzimas, como também bioestimulante para as plantas, onde deverá conseguir uma melhor absorção radicular ou foliar dos nutrientes presentes no substrato ou no solo que está sendo realizado o cultivo.

De acordo com Teixeira et al. (2009) a utilização de 2 kg m^{-3} de *Lithothamnium* aplicado no substrato pode ser recomendado para a produção de mudas de mamoeiro 'Formosa'. Silva et al. (2016) estudando a aplicação do extrato da alga marinha (*Ascophyllum nodosum*) na dose de 2 ml L^{-1} promoveu resultados positivos no desempenho agrônômico de porta-enxertos de araticum-do-brejo. Mas quando aplicado doses do extrato de alga marinha a partir de 4 ml L^{-1} influenciaram negativamente no desenvolvimento do porta-enxerto. Em estudo realizado por Mogór et al. (2008), constataram efeito no crescimento inicial, ao longo do ciclo das plantas e na produção de grãos do feijoeiro, caracterizando o efeito bioestimulante da solução contendo 30 g L^{-1} de extrato de alga e 100 g L^{-1} de Ca^{+2} , e da solução contendo 15 g L^{-1} de ácido L-glutâmico associado a 15 g L^{-1} de extrato de alga e 100 g L^{-1} de Ca^{+2} .

Carvalho (2013) observou que ao realizar o tratamento das sementes da soja 'TMG 115 RR' com extrato de *Ascophyllum nodosum* houve o crescimento vegetal. Neste trabalho verificou-se que entre as doses testadas, 100 mL do extrato em 100 Kg de sementes apresenta maior eficiência no crescimento radicular, aumento do número de grão e acréscimo na massa seca dos grãos.

A utilização para o tratamento em sementes de milho também apresenta boa eficiência, sendo constatado o mesmo resultado quando testado na soja. Quando utilizado doses de 50 e 100 mL do extrato líquido de *Ascophyllum nodosum*, para 100 Kg de sementes. Entretanto, observou que o tratamento com 250 mL e 500 mL apresenta redução na taxa de crescimento das raízes, o que resulta na diminuição do crescimento radicular total, não ocorrendo influência sobre altura da parte aérea, número de grãos e massa seca dos grãos (CARVALHO, 2013).

Silva et al. (2017) estudando a aplicação do fertilizante orgânico a base de *Spirulina platensis* aplicado via foliar na alface 'Elba', observaram que o fertilizante não influenciou seu crescimento, produção e teores de N, P, Na e K na matéria seca das folhas, nem altera seu estado fisiológico em termos de trocas gasosas. Rocha et al. (2017), constataram que aplicações de

Spirulina platensis realizadas ao longo do tempo em mudas de mamoeiro proporcionou melhoria no crescimento vegetativo das mudas.

Embora os efeitos benéficos da aplicação de biofertilizantes tenham sido comprovados em várias culturas, sua utilização na agricultura é bastante divergente, o que mostra a necessidade de novas pesquisas para melhor avaliar seus efeitos, uma vez que, as respostas das plantas variam em função da espécie, do estágio de desenvolvimento, da concentração do extrato, da interação entre reguladores vegetais e fatores ambientais, como a temperatura e a umidade (KOYAMA et al., 2012).

2.4. *Spirulina platensis*

Em meio à classe das microalgas pode ser encontrado o gênero *Spirulina*, é uma microalga verde-azulada pertencente ao grupo das *Cyanobacteria*, ordem *Oscillatoriales*, família *Cyanophyceae*. São microrganismos fotossintetizantes que apesarem de serem unicelulares, agrupam-se formando tricomas (MANRICH et al., 2014).

Neste gênero podem ser encontradas diversas espécies, entre elas a *Spirulina platensis*, que em sua constituição estão presente os seguintes elementos 53,1% de proteínas, 33,6% de carboidratos, 2,87% de lipídeos, 0,74% de clorofila, 9,86% de cinzas, 10,05% de umidade, 24,67% de carbono, 7,44% de nitrogênio, 25,29% de oxigênio, 6,29% de sódio, 0,70% de magnésio, 0,44% de alumínio, 3,20% de fósforo, 3,05% de enxofre, 11,42% de cloro, 13,31% de potássio, 2,25% de cobre e 1,94% de zinco (MANRICH et al, 2014).

Ao mesmo tempo, pode ser encontrado hormônio, como a auxina, responsável pela regulação do crescimento vegetal (TANAKA et al., 2003). Desta forma, a *Spirulina platensis* é uma microalga com uma composição nutricional muito importante que pode ser usada como biofertilizante, devido a quantidade de macronutrientes e micronutrientes que está presente em sua biomassa além de vitaminas e aminoácidos, de grande importância para o crescimento das plantas (GARCIA, 2016). De acordo com Cardoso et al. (2011) a composição nutricional encontrada nas microalgas está relacionada à natureza de cada espécie, bem como aos fatores ambientais relacionados à região onde o cultivo está sendo realizado e ao meio de cultura utilizado.

Oliveira et al. (2013), analisando a produtividade da beterraba em função da adubação foliar a base de *Spirulina platensis*, verificaram que a produtividade da cultura da beterraba, foi significativamente influenciada nas concentrações de 1,5 e 3,0 g L⁻¹. Segundo Dias et al. (2016) estudando a aplicação de Spirufert® a base de *Spirulina platensis* constatou que aplicações de

10 g L⁻¹ proporciona maior produção de frutos de berinjela sem influenciar os teores foliares de N, P, K e Na. Mas, quando realizadas aplicações superiores do produto favoreceu o crescimento vegetativo das plantas em detrimento da produção. Para Rocha et al. (2017) a utilização de *Spirulina platensis* aplicado via foliar na concentração de 1% proporciona melhoria no desempenho produtivo das mudas de mamoeiro e influência na variável eficiência do uso da água das mudas de mamoeiro.

Estudo realizado com a aplicação do fertilizante orgânico Spirufert® a base de *Spirulina platensis* aplicado via foliar na alface ‘Elba’, constatou que o fertilizante não influencia no crescimento, na produção e nos teores de N, P, K e Na presente na matéria seca das folhas, e não altera seu estado fisiológico em termos de trocas gasosas (SILVA et al., 2017). Também foi relatado que a pulverização do Spirufert® a 7,5% promove a manutenção nas características de qualidade para o armazenamento de alface avaliada 24h após a colheita, preservando os sólidos solúveis, a acidez titulável, o ácido ascórbico, a clorofila total e a clorofila *a* (SILVA et al., 2017).

Mais estudos devem ser realizados sobre a utilização das microalgas na fabricação de biofertilizante para aplicação na agricultura. Principalmente para a utilização na produção de mudas de plantas frutíferas, pois ainda são escassos estudos nessa área. As microalgas apresentam um enorme recurso inexplorado, com grande potencial no setor da agricultura e desta maneira pesquisas adicionais devem ser realizadas para descobrir e explorar sua potencialidade.

3. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALBANO, F.G.; CAVALCANTE, Í.H.; MACHADO, J.S.; LACERDA, C.F.D.; SILVA, E.R. D.; SOUSA, H.G.D. New substrate containing agroindustrial carnauba residue for production of papaya under foliar fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.2, p.128-133, 2017.

ALY, M. S.; ESAWY, M.A. Evaluation of *Spirulina platensis* as bio.stimulator for organic farming systems. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**, v.6, n.2, p.1-7, 2008.

ANDRADE, M.R.; COSTA, AV. Cultivo da microalga *Spirulina platensis* em fontes alternativas de nutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1551-1556, 2008.

ARAÚJO, W.B.M.; ALENCAR, R.D.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, E.V.; CARVALHO ANDRADE, R.; ARAÚJO, R.R. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.1, p.68-73, 2010.

CARDOSO, A.S.; VIEIRA, G.E.G.; MARQUES, A.K. O uso de microalgas para a obtenção de biocombustíveis. **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.4, p.542-2011.

CARVALHO, M.E.A. **Efeitos do extrato de *Ascophyllum nodosum* sobre o desenvolvimento e produção de cultivos**. 2013. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, São Paulo, 2013.

CHOJNACKA, K.; SAEID, A.; MICHALAK, L. The possibilities of the application of algal biomass in the agriculture. **Chemik**, v.66, n.11, p.1235-1248, 2012.

DERNER, R.B.; OHSE, D.S.; VILLELA, M.; CARVALHO, S.M.; FETT, R. Microalgas, produtos e aplicações. **Ciência Rural**, v.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.

DIAS, N.L.P.; OLIVEIRA, E.J.; DANTAS, E.J. Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agrônômicos e estimação de parâmetros genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1471-1479, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A cultura do mamão**. 3. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 130p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Estatistical: Databases Agriculture**, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>>. Acesso em: 28 de novembro de 2017.

GARCIA, F.E.M. **Obtención de um biofertilizante a partir del cultivo de *Spirulina platensis* em aguas residuales domésticas provenientes del campamento de la estación de bombeo de crudo rubiales**. 2016. 68f. Dissertação (Maestría En Desarrollo Sostenible Y Medio Ambiente) – Maestría En Desarrollo Sostenible Y Medio Ambiente, Universidad De Manizales, Manizales, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores conjunturais: agropecuária, produção agrícola**, 2015. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em 29 de novembro 2017.

- KOYAMA, R.; BETTONI, M.M.; RODER, C.; ASSIS, A.M.; ROBERTO, S.R.; MÓGOR, A.F. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v.55, n.4, p.282-287, 2012.
- LIMBERGER, P.; GHELLER, J.A. Efeito da aplicação foliar de extratos de algas, aminoácidos e nutrientes via foliar na produtividade e qualidade de alface crespa. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.1, p.148-161, 2012.
- LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. Instituto Plantarum. São Paulo, SP. 2006. 640p.
- MANRICH, A.; MERMEJO, B.C.; MORAIS, J.C.; OLIVEIRA, J.E.; MATTOSO, L.H.C.; MARTINS, M.A. **Determinação da composição química da *Spirulina platensis***. In. VIII Workshop de nanotecnologia aplicada ao agronegócio. Juiz de Fora, 2014. Anais... Juiz de Fora, VII Workshop de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio, 2014.
- MÓGOR, Á.F.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; MÓGOR, G. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Scientia agraria**, v.9, n.4, p.431-437, 2008.
- MONTEIRO, L.R.; IVANOV, N.K.; SILVA, V.S.N.; SOUZA, A.S.; MORGANO, G.; GOMES, A.C. **Desenvolvimento de um biofertilizante orgânico a partir da biomassa de *Spirulina* (*Spirulina platensis*)**. CIIC 2011, Campinas, SP. 2011.
- OLIVEIRA, J.; MÓGOR, G.; MÓGOR, A. Produtividade de beterraba em função da aplicação foliar de biofertilizante. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, 2013.
- ROCHA, R.H.C.; LIMA, J.F.; FURTUNATO, T.C.S.; MEDEIROS JUNIOR, F.J.; GUEDES, W.A.; ALMEIDA, R.S. Biomass and physiology of papaya seedlings produced under leaf fertilization with *Spirulina platensis*. **Científica**, v.45, n.4, p.398-405, 2017.
- SANTOS, S.A.; SILVA, R.F.; PEREIRA, M.G.; ALVES, E.; MACHADO, J.C.; BORÉM, F.M.; GUIMARÃES, R.M.; MARQUES, E.R. Estudos morfo-anatômicos de sementes de dois genótipos de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.116-122, 2009.
- SCHMITZ, R.; MAGRO, C.; COLLA, L. M. Aplicações ambientais de microalgas. **Revista de Ciências Exatas Aplicadas e Tecnológicas**, v.4, n.1, p.48-60, 2012.

SILVA, C.C.; ARRAIS, Í.G.; ALMEIDA, J.P.; DANTAS, L.L.; SILVA, F.S.; MENDONÇA, V. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.234-247, 2016.

SILVA, J.A. **Atuação do brassinosteróide no crescimento de mamoeiro sobre déficit hídrico**. 2017. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

SILVA, D.S.O.; NÓBREGA, J.S.; ROCHA, R.H.C.; ARAÚJO, J.L.; GUEDES, A.G.; LIMA, J.F. Produção, aspecto nutricionais e fisiológicos de alface sob adubação foliar com *Spirulina platensis*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n.1, p.41-47, 2017.

OLIVEIRA, D.S.; ROCHA, R.H.C.; NÓBREGA, J.S.; DIAS, G.A.; LIMA, J.F.; GUEDES, W.A. Post-harvest quality of lettuce cv. Elba in relation to *Spirulina platensis* foliar applications. **Científica**, v.45, n.2, p.162-168, 2017.

SILVA, M.S. **Desempenho de variedades de mamoeiro em clima subtropical de estado de São Paulo**. 2016. 109f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2016.

TANAKA, M. T.; SENGIK, E.; SANTOS, H. D. S.; HABEL J. C. SCAPIM, C. A. SILVÉRIO, L.; ARQUEZ, I. C. Efeito da aplicação foliar de biofertilizantes, bioestimulante e micronutrientes na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Acta Scientiarum Agronomy**, v.25, n.2, p.315-321, 2003.

TEIXEIRA, G.A.; SOUZA, H.A.; MENDONÇA, V.; RAMOS, J.D.; CHALFUN, N.N.J.; FERREIRA, E.A.; MELO, P.C. Produção de mudas de mamoeiro ‘formosa’ em substratos com doses de *Lithothamnium*. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.16, n.2, p. 220-229 2009.

CAPÍTULO 1

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE MAMOEIRO PRODUZIDAS COM O USO DE *Spirulina platensis* APLICADA VIA SOLO

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e qualidade de mudas de mamoeiro produzidas com o uso de *Spirulina platensis* através do tratamento de sementes e aplicações adicionais via solo, em ambiente protegido. A pesquisa foi realizada no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Pombal-PB. Foram conduzidos dois experimentos concomitantemente, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC), com cinco repetições e três mudas por repetição. Para acompanhamento do crescimento das mudas adotou-se o esquema de parcelas subdivididas composto por dois fatores, doses de *Spirulina platensis* (0,0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0%) e épocas de avaliações (20, 28, 36, 44 e 52 dias). Verificou-se que a imersão das sementes nas doses de *Spirulina platensis* não influencia o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de emergência. Mas, as mudas de mamoeiro ‘Formosa’ e ‘Papaya’ submetidas as aplicações adicionais de *Spirulina platensis* realizadas ao longo do tempo influência de forma positiva, podendo ser utilizadas doses de 0,4 a 1,6% de *Spirulina platensis*. A dose de 2,0% de *Spirulina platensis* proporcionou maior acúmulo de N na massa seca das folhas. Mas, para o fósforo, a testemunha apresentou maiores teores de P.

Palavras-chave: *Carica papaya* L., produção de mudas, biofertilizante.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the growth and quality of papaya seedlings produced with the use of *Spirulina platensis* through seed treatment and additional soil applications in a protected environment. The research was carried out at the Agro-Food Science and Technology Center of the Federal University of Campina Grande, *campus* Pombal-PB. Two experiments were conducted concomitantly, using a completely randomized experimental design (DIC), with five replicates and three replications per replicate. To follow up the growth of the seedlings, the split plot scheme was composed of two factors: *Spirulina platensis* (0,0, 0,4, 0,8, 1,2, 1,6 and 2,0%) and (20, 28, 36, 44 and 52 days). It was verified that the immersion of the seeds in doses of *Spirulina platensis* does not influence the index of emergency speed and the percentage of emergency. However, Papaya 'Formosa' and 'Papaya' seedlings submitted to the additional applications of *Spirulina platensis* carried out over time influence positively, and doses of 0.4 to 1.6% of *Spirulina platensis* can be used. The 2.0% dose of *Spirulina platensis* provided greater accumulation of N in the leaf dry mass. However, for the phosphorus, the control presented higher levels of P.

Keywords: *Carica papaya* L., production of seedlings, biofertilizer.

1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) pertence à família *Caricaceae*, é uma planta herbácea, vigorosa e de alta produtividade, típica de clima tropical, bem adaptada ao Nordeste brasileiro, região está que comporta áreas de clima semiárido (SÁ et al., 2013). É uma planta fruteira de grande importância para o agronegócio brasileiro, sendo os principais estados produtores de mamão a Bahia e o Espírito Santo, os quais contribuem com 71% da produção nacional da fruta, com uma produção de 794,565 e 399,790 toneladas, respectivamente (IBGE, 2016).

É uma cultura que necessita de renovação dos pomares entre dois e quatro anos, há grande demanda por mudas, justificando pesquisas sobre novas tecnologias para a melhoria das técnicas de produção de sementes, propagação e produção (MENGARDA et al., 2014). Na implantação da cultura deve-se utilizar mudas de qualidade, para obter sucesso no empreendimento, o que proporcionará um adequado índice de pegamento no campo, com elevado crescimento inicial, sendo estratégico para tornar a produção mais competitiva (MELO JÚNIOR et al., 2014).

O aperfeiçoamento das técnicas de formação de mudas de mamoeiro têm sido importante, já que o crescimento inicial das mudas tem relação direta com a precocidade da produção (MELO JÚNIOR et al., 2014). Neste contexto, a utilização de algas como insumo agrícola pode viabilizar a produção de mudas de qualidade de mamoeiro.

As algas são utilizadas há muito tempo, e sempre foram reconhecidas como excelentes adubos e bioestimulante naturais para plantas. No entanto, são poucos os trabalhos estudando a eficiência de produtos à base de microalgas na agricultura, assim, têm despertado o interesse de muitos produtores, com o intuito de melhorar a nutrição das plantas cultivadas (CECATO e MOREIRA, 2013). No Brasil, o uso de extrato de alga na agricultura é regulamentado pelo Decreto número 4.954 (BRASIL, 2004) enquadrando como agente complexante em formulações para aplicação foliar e fertirrigação.

A *Spirulina platensis* é uma das principais espécies de algas usadas comercialmente. Na sua forma comercial a *Spirulina platensis* tem um grande número de compostos orgânicos e inorgânicos que indicam que esta espécie de microalga têm um alto potencial como biofertilizante ou bioestimulante (ALY e ESSAWY, 2008; DIAS et al., 2016).

A utilização de produtos biofertilizantes ou bioestimulante contendo extrato de algas vem ganhando espaço na agricultura, devido a capacidade de estimular as plantas a respostas a doenças e realizar a nutrição das plantas. Neste sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar o

crescimento e qualidade de mudas de mamoeiro produzidas com o uso de *Spirulina platensis* através do tratamento de sementes e aplicações adicionais via solo em ambiente protegido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Pombal-PB. Realizaram-se dois experimentos (Experimento I e II), no período que compreendeu de abril a junho de 2017. O município de Pombal está localizado nas coordenadas geográficas 6° 46' 13'' de latitude sul e 37° 48' 06'' de longitude a oeste de Greenwich e a uma altitude de 144 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como semiárido ("AW" quente e úmido) com média anual de pluviosidade e de temperatura de 431,8 mm e 28 °C, respectivamente.

Experimento I e II

No experimento I e II, foram utilizadas sementes comerciais (ISLA®) de mamoeiro do híbrido Tainung-1, referente ao grupo 'Formosa' e cultivar Sunrise Solo, referente ao grupo 'solo', respectivamente.

O substrato utilizado era constituído por uma mistura de solo, esterco bovino e areia, na seguinte proporção 3:1:1. O substrato foi esterilizado previamente em autoclave durante uma hora a 127 °C e 1,5 atmosfera de pressão. Cujas análises químicas foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição Mineral de Plantas do (CCTA/UFCG) (Tabela 1). A semeadura foi realizada em 11 de abril de 2017, diretamente em sacos de polietileno de cor preta, com dimensões de 14 x 20 cm, colocando-se 3 sementes em cada sacola na profundidade de 1 cm.

Tabela 1. Análise química do substrato utilizado para produção das mudas de mamoeiro ‘Formosa’ e ‘Papaya’ antes e após o uso da *Spirulina platensis* aplicado via solo. UFCG, Pombal-PB. 2018.

Substrato	pH	CEas	Ca	Mg	Ca + Mg	N	P	MO
	H ₂ O	dS m ⁻¹	-----Cmolc/dm ³ -----			%	mg dm ⁻³	g/kg
Antes do uso da <i>Spirulina platensis</i>								
Amostra inicial	8,09	0,77	1,20	10,30	11,50	0,5	189,45	5,5
Após o uso da <i>Spirulina platensis</i> mamoeiro ‘Formosa’								
<i>Spirulina platensis</i> 0,0%	8,63	0,32	6,20	5,70	11,90	0,7	280,77	8,68
<i>Spirulina platensis</i> 0,4%	8,43	0,25	6,30	5,00	11,30	0,7	388,52	7,57
<i>Spirulina platensis</i> 0,8%	8,87	0,15	5,50	5,40	10,90	0,6	237,79	8,28
<i>Spirulina platensis</i> 1,2%	8,66	0,24	6,50	4,60	11,10	0,7	301,48	8,38
<i>Spirulina platensis</i> 1,6%	8,59	0,20	6,90	5,50	12,40	0,8	444,21	8,50
<i>Spirulina platensis</i> 2,0%	8,95	0,18	5,90	4,90	10,80	0,6	301,48	7,17
Após o uso da <i>Spirulina platensis</i> mamoeiro ‘Papaya’								
<i>Spirulina platensis</i> 0,0%	8,80	0,16	5,00	5,40	10,40	0,7	319,10	8,07
<i>Spirulina platensis</i> 0,4%	9,22	0,14	6,10	5,00	11,10	0,6	243,24	9,79
<i>Spirulina platensis</i> 0,8%	8,70	0,16	6,20	4,80	11,00	0,5	447,62	8,98
<i>Spirulina platensis</i> 1,2%	9,69	0,32	6,20	6,30	12,50	0,7	264,94	9,69
<i>Spirulina platensis</i> 1,6%	8,35	0,18	6,20	5,10	11,30	0,2	307,72	10,6
<i>Spirulina platensis</i> 2,0%	8,61	0,13	5,80	4,60	10,40	0,5	263,61	7,87

Fonte: Análises realizadas no laboratório de solo do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG. pH: Potencial hidrogênio; CE – Condutividade elétrica; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio;; N - Nitrogênio P – Fósforo; MO – Matéria orgânica.

As mudas foram cultivadas em casa de vegetação com cobertura de sombrite com passagem de 50% de luminosidade. Durante o experimento, foi realizado o registro diário de temperatura onde a média foi de 27,2 °C e umidade relativa do ar de 72%, foram registrados usando um termômetro digital (Instrutemp®, Brasil). As irrigações foram realizadas diariamente no início da manhã e fim de tarde, de forma manual, com base na necessidade hídrica das plantas, e de forma a manter o solo próximo a capacidade de campo.

Os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com cinco repetições e três mudas por repetição, adotando o esquema de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas foram constituídas por seis tratamentos (0,0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0% de *Spirulina platensis*) e as subparcelas, pelas épocas de avaliações (20, 28, 36, 44 e 52 dias).

Para a obtenção das soluções com as doses propostas foram pesadas em balança analítica as seguintes quantidades: 0% - 0 g, 0,4% - 0,4 g, 0,8% - 0,8 g, 1,2% - 0,12 g e 2% - 0,20 g de biomassa de *Spirulina platensis*, diluindo-se em 100 ml de água, sob agitação constante até a homogeneização completa da solução. Posteriormente, as sementes foram imersas nas soluções a base de *Spirulina platensis* de acordo com as respectivas doses, por cinco minutos, e em seguida realizada a semeadura. Após a semeadura, o experimento foi conduzido por 52 dias, durante esse período foram realizadas mais 5 aplicações das soluções a base de *Spirulina*

platensis de acordo com seus respectivos tratamentos. As épocas de aplicações começaram aos 16 dias DAS, sendo aplicadas semanalmente nas parcelas, via solo.

Aos 16 dias após a semeadura (DAS), foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência (PE). Posteriormente, foi realizado o desbaste, deixando uma muda por recipiente. A composição de elementos químicos encontrados na biomassa da *Spirulina platensis* é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Elementos químicos presentes na biomassa da microalga *Spirulina platensis* e seu teor em porcentagem.

C	N	O	Na	Mg	Al	P	S	Cl	K	Cu	Zn
%											
24,67	7,44	25,29	6,29	0,70	0,44	3,20	3,05	11,42	13,31	2,25	1,94

Fonte: MANRICH et al., 2014

Os tratamentos foram aplicados ao final da tarde. Após o preparo de cada solução, as mesmas foram avaliadas quanto ao pH, com uso de pHmetro digital, e a condutividade elétrica, com uso de condutivímetro de bancada (25 °C). As soluções apresentavam os seguintes valores de potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CEes) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores do potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CEes) das diferentes soluções aquosas da microalga *Spirulina platensis*, Pombal-PB, 2018.

Concentrações das soluções (%)	Potencial hidrogeniônico	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)
0,0	7,96	0,70
0,4	6,85	0,61
0,8	6,32	1,19
1,2	6,29	1,77
1,6	5,92	1,85
2,0	5,85	1,95

Fonte: Análises realizadas no laboratório de solo do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG.

Aos 20, 28, 36, 44 e 52 dias após a semeadura (DAS), avaliou-se número de folhas, altura de plantas, diâmetro do caule e área foliar. As análises destrutivas foram avaliadas aos 52 DAS e constituíram-se de comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea, da raiz e total, massa seca da parte aérea, da raiz e total, relação raiz/parte aérea e Índice de Qualidade de Dickson.

2.1. Características avaliadas

- a) **Índice de velocidade de emergência (IVE)** – foram realizadas contagens diárias, durante 8 dias, das plântulas normais, sendo o índice calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962), descrito a seguir na equação 1:

Equação 1.

$$IVE = \sum \left(\frac{ni}{di} \right)$$

Onde:

ni = número de sementes emergidos na i-ésima avaliação;

d = número de dias da i-ésima avaliação após a semeadura das sementes.

- b) **Porcentagem de emergência (%) (PE)** – determinou-se a porcentagem de emergência pela expressão proposta por Labouriau (1983), descrito a seguir na equação 2:

Equação 2.

$$E (\%) = \frac{N}{A} * 100$$

Onde:

N: número de sementes germinadas;

A: número total de sementes colocadas para germinar.

- c) **Número de folhas (NF)** - Consideraram-se as folhas que apresentaram tamanho superior a três cm;
- d) **Altura de plantas (cm) (AP)** - Medido do colo da planta até a gema apical;
- e) **Diâmetro do caule (mm) (DC)** - Determinado por meio de medições no caule das mudas a 3 cm do solo, utilizando-se paquímetro digital;
- f) **Área foliar (cm²)** - Estimada utilizando-se equação disposta em Oliveira et al. (2015) a partir da medição da nervura central (L) de cada folha.

Equação 3.

$$AF = 0,0947L^{2,7352}$$

Onde:

L: é o comprimento do lóbulo central.

- g) **Comprimento da raiz (cm) (CR)** - Mediu-se a distância do colo até o ápice da raiz;
- h) **Massa fresca da parte aérea (g/planta) (MFPA)** - Aferida por meio de pesagem em balança analítica;
- i) **Massa seca da parte aérea (g/planta) (MSPA)** - Determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica com precisão de 0,01 g;

- j) **Massa fresca da raiz (g/planta) (MFR)** - Aferida por meio da pesagem das raízes em balança analítica;
- k) **Massa seca da raiz (g/planta) (MSR)** - Determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica;
- l) **Massa seca total (g/planta) (MST)** - foi obtida com a soma da matéria seca da parte aérea e da raiz;
- m) **Relação raiz/parte aérea (RR/PA)** - obtida da relação entre MSR e MSPA;
- n) **Índice de Qualidade de Dickson (IQD)** - O IQD é uma fórmula balanceada na qual se incluem as relações das variáveis morfológicas, como MST, MSPA, MSR, AP e DC, desenvolvido em trabalho realizado com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monficola* (DICKSON et al., 1960), descrito a seguir na equação 4:

Equação 4.

$$IQD = \frac{MST \text{ (g)}}{\frac{AP \text{ (cm)}}{DC \text{ (mm)}} + \frac{MSPA \text{ (g)}}{MSR \text{ (g)}}$$

- o) **Análise de nutrientes na folha** - foi coletado uma amostra composta para cada tratamento. O material vegetal seco passou pelo processo de moagem, em moinho tipo Willey para a determinação dos teores de N e P. Após a moagem do material vegetal, foi realizada a digestão em ácido sulfúrico a 0,110 g para o N e P (MALAVOLTA et al., 1997).

2.2. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F (1 a 5% de probabilidade) e, nos casos de efeito significativo, foi realizado análise de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). A escolha da regressão foi feita mediante melhor ajuste em base de coeficiente de determinação (R^2) e levando-se em consideração uma provável explicação biológica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

A emergência de plântulas iniciou-se aos 8 dias após a sementeira e foi até 12 dias DAS. No entanto, não foi observado efeito significativo para as variáveis porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência para o fator concentração de *Spirulina platensis*. As soluções a base de *Spirulina platensis* não foram capazes de alterar a PE e IVE das sementes de mamoeiro 'Formosa' imersas por 5 minutos nas respectivas doses de *Spirulina platensis*. Possivelmente, não houve efeito significativo devido a qualidade fisiológica das sementes, permitindo assim um alto índice de germinação e uniformidade na emergência das plântulas.

De acordo com a análise de variância houve interação entre os fatores doses de *Spirulina platensis* e época de avaliação ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis NF, DC, AP e AF. No fator doses, observou-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis DC, AP e AF. Não houve efeito significativo para a variável NF. O fator época de avaliação foi significativo para todas as variáveis, havendo efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para todas as características (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância das variáveis número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP) e área foliar (AF) de mudas de mamoeiro 'Formosa' em função de diferentes doses de *Spirulina platensis* e épocas de avaliações. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		NF	DC	AP	AF
Doses (D)	5	2,00 ^{ns}	2,88 ^{**}	57,10 ^{**}	78,89 ^{**}
Resíduo	24	0,83	0,71	6,39	5,47
Épocas de avaliação (E)	4	439,74 ^{**}	268,50 ^{**}	3297,34 ^{**}	1792,78 ^{**}
D x E	20	0,49 ^{**}	0,59 ^{**}	16,60 ^{**}	15,07 ^{**}
Resíduo	96	0,08	0,01	0,04	1,86
CV (D, %)	-	11,14	17,41	15,63	22,97
CV (E, %)	-	3,47	2,61	1,27	13,40

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Foram observados comportamento linear crescente para as variáveis NF, DC, AP e AF ao longo das épocas de avaliações (Figura 1). O maior número de folhas foi constatado com aplicação da dose de 1,6% de *Spirulina platensis*. O aumento do NF das mudas de mamoeiro é um fator altamente benéfico, por constituírem o principal local de fotossíntese e serem centros de reserva, fonte de auxinas e cofatores para o enraizamento (Figura 1A) (LIMA et al., 2007).

Com relação ao diâmetro do caule constatou-se que mudas provenientes da dose de 1,6% de *Spirulina platensis* passou de 0,79 mm, aos 20 dias após a semeadura, para 9,11 mm, aos 52 dias DAS, proporcionando um aumento de 8,31 mm, sendo superior as demais doses utilizadas (Figura 1B).

Quanto à altura de plantas, constata-se (Figura 1C), assim como para NF e DC, que o as avaliações ao longo do tempo proporcionou incremento linear na AP do mamoeiro durante a fase de produção de mudas e, segundo equação de regressão, a dose de 1,6% promoveu maior AP. A altura das mudas do mamoeiro 'Formosa' passou, em média de 2,51 cm, aos 20 dias após o semeio, para 31,99 cm, aos 52 DAS. Sendo constatado um incremento de 92,15% do crescimento ao longo do tempo.

A área foliar passou, em média de 0,07 cm², aos 20 dias após o semeio, para 22,56 cm², aos 52 DAS, na dose de 1,6% de *Spirulina platensis*. As diferenças encontradas no crescimento das mudas de mamoeiro entre as diferentes doses podem estar relacionada às diferentes proporções de nutrientes encontrados na composição química das soluções preparadas.

Tendo em vista, que a dose de 1,6% proporcionou maior crescimento nas variáveis, decrescendo, em seguida, quando utilizada a dose de 2,0% de *Spirulina platensis*, ocasionada provavelmente por desequilíbrio nutricional. Este desequilíbrio pode estar relacionado a alta condutividade elétrica da solução de *Spirulina platensis* que foi acumulando concentrações de sais no solo devido as aplicações realizadas semanalmente (Tabela 3). Assim, restringindo a absorção de nutrientes, interferindo no crescimento, em função da elevação do potencial osmótico (NASCIMENTO et al., 2017). Porém, o cultivo das mudas de mamoeiro de 20 até 52 dias após a semeadura, mesmo em doses mais elevadas favorece a obtenção de mudas de qualidade, sendo a última avaliação, a que as mudas apresentam maior vigor em todas as doses estudadas.

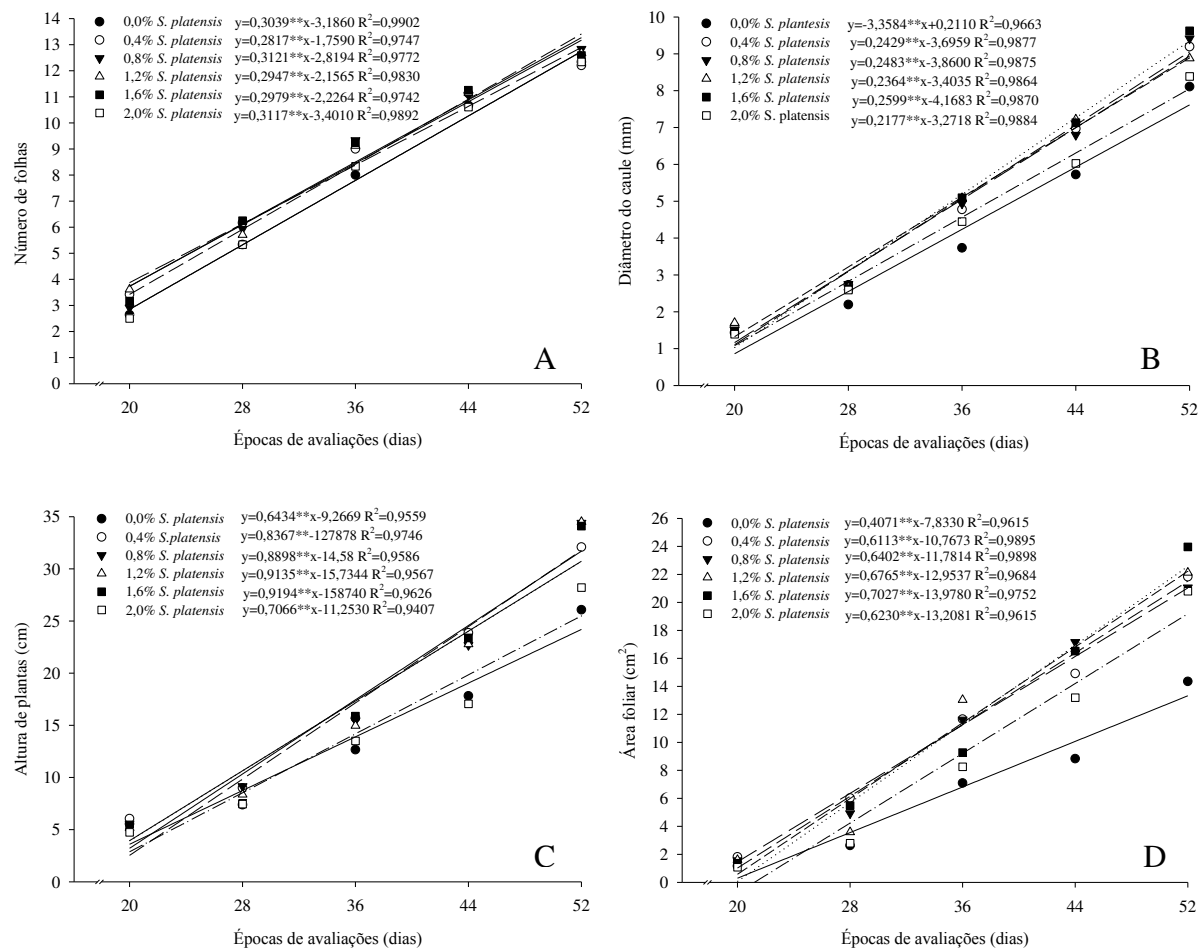


Figura 1. Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), altura de plantas (C) e área foliar (D) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis* e épocas de avaliações. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Conforme dados dos resultados da análise de variância, observa-se influência significativa das doses de *Spirulina platensis* para as variáveis CR, MFPA, MFR e IQD das mudas de mamoeiro ‘Formosa’ a 1% de probabilidade pelo teste F. Já para as variáveis MSPA, MSR, MST e RR/PA foram significativas a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância das variáveis comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), relação raiz/parte aérea (RR/PA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio								
		CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MFT	MST	RR/PA	IQD
Doses	5	55,12*	38,58*	3,65*	0,83**	0,042**	69,81**	0,97**	0,009**	0,52*
Resíduo	24	18,85	10,89	1,21	0,05	0,006	10,29	0,11	0,002	0,15
CV (%)	-	15,88	15,85	10,07	11,18	12,01	10,39	11,98	14,82	10,83

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ns não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

O maior acúmulo de massa fresca da parte aérea (23,5 g) foi observado com a aplicação de 1,2% de *Spirulina platensis* (Figura 2A), sendo em média 30,3% superior à testemunha. Doses a partir 1,6% promoveram redução para esta variável, num decréscimo de mais de 19,5%. Em relação a massa fresca da raiz (Figura 2B), a concentração de 0,8% de *Spirulina platensis* obteve a melhor resposta, onde houve um acúmulo de 11,7 g, sendo em média 8% superior à testemunha. O maior acúmulo de massa fresca total (70,5 g) foi observado com a aplicação de 1,6% de *Spirulina platensis*. Sendo constatado um incremento de 63,5% quando comparado com a testemunha (Figura 2C).

O acúmulo de fitomassa em relação a parte aérea, raiz e total até as doses de 1,2; 0,8 e 1,6%, respectivamente, pode estar relacionado com a composição das soluções. Essas algas apresentam em sua constituição nutrientes essenciais (nitrogênio, fósforo e potássio) para o crescimento das plantas, podendo assim favorecer o acúmulo de fitomassa.

Essa redução nas massas fresca da parte aérea, raiz e total, podem está relacionada com o aumento da condutividade elétrica da solução (Tabela 3), onde a medida que aumenta a dose de *Spirulina platensis* na água, aumenta a CE da solução e com isso, leva as mudas de mamoeiro a uma condição de estresse salino. Segundo Silva et al. (2016), estudando a aplicação de extratos de alga *Ascophyllum nodosum* na produção de porta enxerto de araticum-do-brejo, observaram que a utilização de doses acima de 4 mL L⁻¹ influência de forma negativa o crescimento vegetativo das plantas, devido o aumento da CE das soluções. Estes resultados corroboram com os observados na dose de 2% de *Spirulina platensis*, onde a CE foi de 1,95 dS m⁻¹, sendo observado uma restrição no acúmulo de fitomassa das mudas.

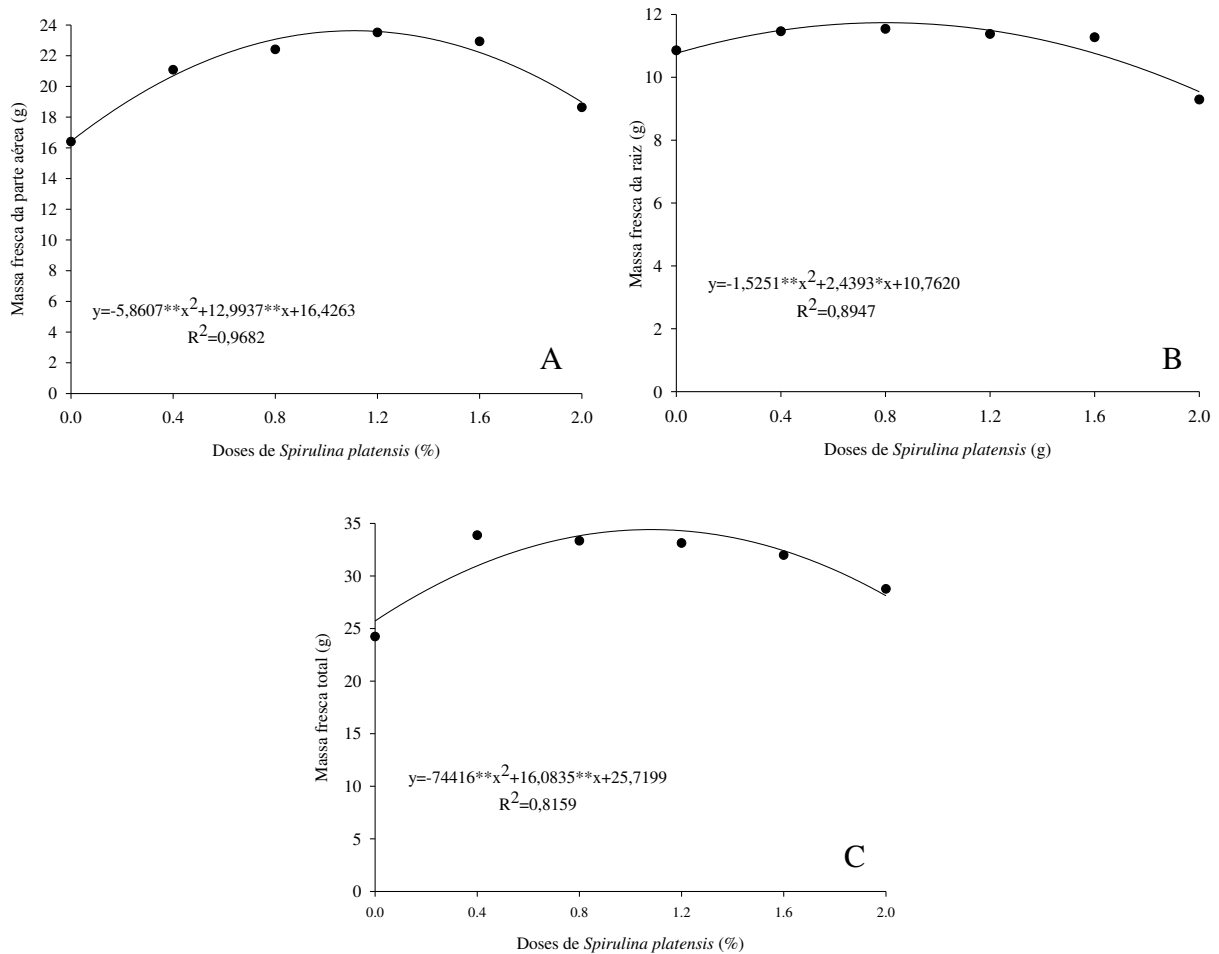


Figura 2. Massa fresca da parte aérea (A), massa fresca da raiz (B) e massa fresca total (C) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

A dose de 1,2% de *Spirulina platensis* promoveu um incremento de 38,6% para a massa seca da parte aérea (Figura 3A), de 13,6% para a massa seca da raiz (Figura 3B) e de 32,1% para a massa seca total (Figura 3C) em comparação a testemunha, mas doses superiores promoveram a redução destas variáveis, com destaque para a massa seca da parte aérea, tendo sua biomassa reduzida em mais de 29,2%. Essa diminuição no ganho de biomassa seca pode ser resultante do aumento da condutividade elétrica na solução, onde na dose de 2% da solução, a CE foi de 1,95 dS m⁻¹ (Tabela 3). O aumento das massas secas ocorreu possivelmente devido o aumento da área foliar, refletindo assim, em maior produção vegetal, uma vez que está relacionada à capacidade fotossintética das plantas, levando deste modo a maior assimilação da luz, fotossíntese e acumulação de matéria seca (ALBANO et al., 2017).

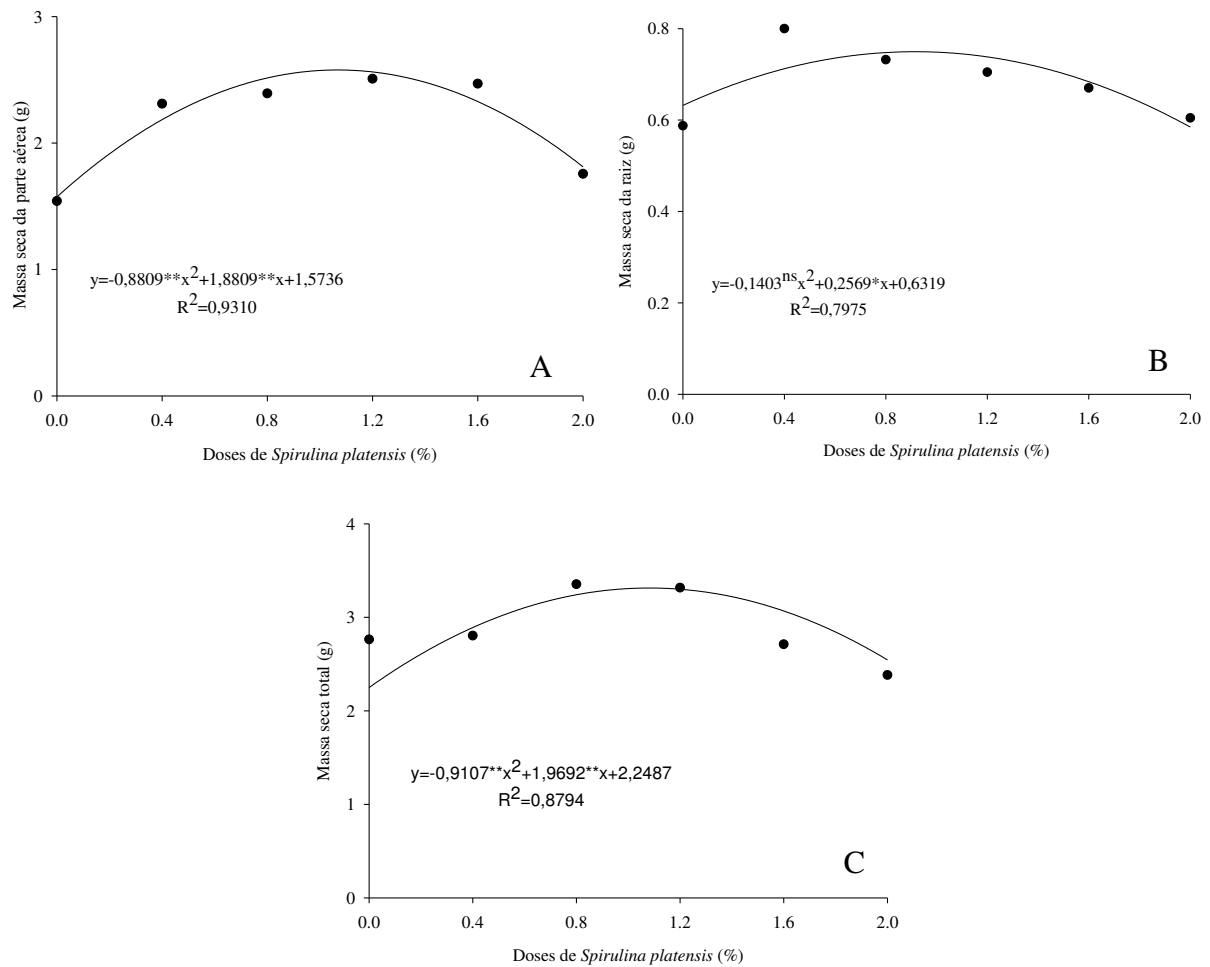


Figura 3. Massa seca da parte aérea (A), massa seca da raiz (B) e massa seca total (C) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Com relação ao maior comprimento do sistema radicular (29,8 cm), foi verificado com a aplicação de 0,8% de *Spirulina platensis* (Figura 4A), com incremento de mais de 12% em relação a testemunha, doses superiores a 1,2% promoveram redução no comprimento do sistema radicular. Segundo Silva et al. (2016), esses efeitos podem ser em função do sistema radicular está diretamente em contato com o meio osmótico, o que possivelmente deixa as mudas mais suscetíveis às condições adversas do meio de cultivo, influenciando assim, no seu ganho de biomassa seca. De acordo com Guimarães et al. (2012), avaliando o efeito do extrato de alga (Raiza®) no crescimento de mudas de mamoeiro, observou-se que não houve diferença estatística para o comprimento do sistema radicular. Mas, em termos de valores absolutos, houve aumento no sistema radicular com o incremento na concentração do produto.

A maior relação raiz/parte aérea foi verificado na dose de 0,8% de *Spirulina platensis*, onde houve um incremento na relação de 4,40% em relação a testemunha (Figura 4B), o que

pode representar uma característica desejável para maior equilíbrio mecânico das mudas de mamoeiro em condição de campo. No entanto, quando utilizados doses superiores promoveram redução na RR/PA.

No que refere-se ao índice de qualidade de Dickson, houve incremento com a dose de 0,8% de *Spirulina platensis*, resultando num aumento de mais de 17,21% em comparação a testemunha (Figura 4C). Já doses acima de 1,2% influenciaram negativamente no IQD. A melhor qualidade das mudas na dose de 0,8% de *Spirulina platensis* pode estar relacionada a menor condutividade elétrica (1,19 dS m⁻¹) da solução, uma vez que o aumento das doses de *Spirulina platensis* a sua condutividade elétrica aumenta. De acordo com Albano et al. (2017), quanto maior o IQD, melhor é a qualidade das mudas. Os resultados obtidos nesta pesquisa foram superiores aos relatados por Silva et al. (2013), Melo Júnior et al. (2014) e Albano et al. (2017), que também avaliou o IQD na produção de mudas de mamoeiro.

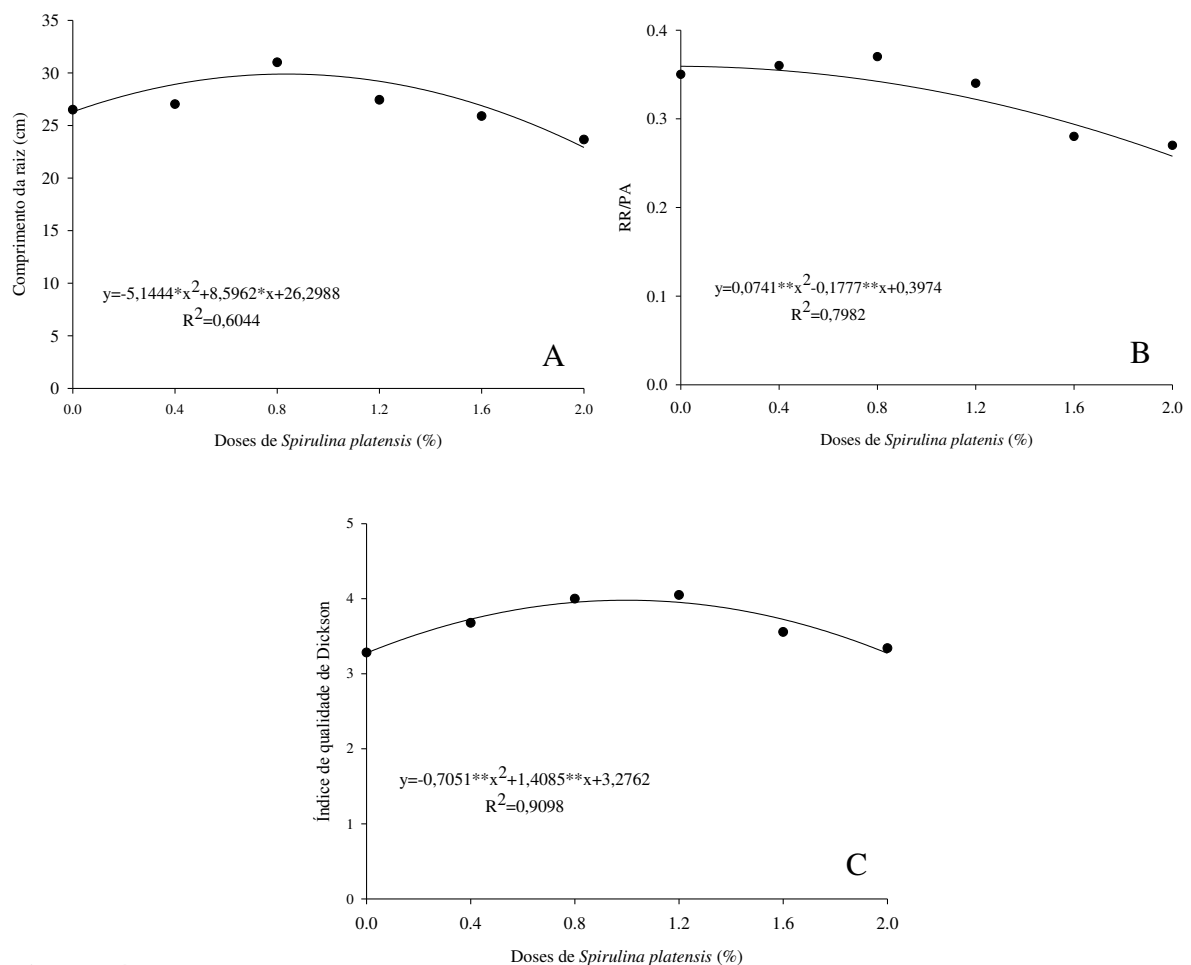


Figura 4. Comprimento da raiz (A), relação raiz/parte aérea (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Observou-se que as mudas de mamoeiro que foram tratadas com as maiores doses de *Spirulina platensis* absorveram maiores quantidades de nutrientes, refletindo assim, no maior acúmulo do N nas folhas. Mas, ao analisar o acúmulo de P nas folhas não observou o mesmo comportamento. Verificou-se uma heterogeneidades nos dados, sendo que a testemunha apresentou maior quantidades de P acumulado (Tabela 7). A quantidade de nutrientes concentrado não significa que o vegetal irá desenvolve-se, a dosagens de nutrientes absorvida pela cultura deve estar de forma equilibrada para que possa alcança um bom crescimento, sendo importante observar que tanto o déficit quanto o excesso de nutrientes pode acarretar desordens no crescimento das plantas e prejudicar o desenvolvimento (LIMA et al., 2013).

Tabela 7. Resultados de análises de nitrogênio (N) e fósforo (P) na parte aérea de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Doses (%)	Nitrogênio (%)	Fósforo (mg dm ⁻³)
0,0	5,20	10,38
0,4	5,20	6,80
0,8	5,60	7,29
1,2	6,30	7,19
1,6	6,60	6,51
2,0	6,80	9,75

Fonte: Análises realizadas no laboratório de solo do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG.

Experimento II

A imersão das sementes nas soluções a base de *Spirulina platensis* durante 5 minutos não influenciaram de forma significativa as variáveis porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência.

De acordo com a análise de variância houve interação entre os fatores doses de *Spirulina platensis* e época de avaliação ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis NF, DC, AP e AF. No fator doses, observou-se efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis NF e DC, e ao nível de 1% de probabilidade para AP e AF. O fator época de avaliação foi significativo para todas as variáveis, havendo efeito significativo ao nível de 1% para todas as características (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância das variáveis número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP) e área foliar (AF) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis* e épocas de avaliações. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		NF	DC	AP	AF
Doses (D)	5	5,61 [*]	1,99 [*]	30,02 ^{**}	30,80 ^{**}
Resíduo	24	1,59	0,74	1,52	0,96
Épocas de avaliação (E)	4	420,24 ^{**}	193,45 ^{**}	943,08 ^{**}	968,22 ^{**}
D x E	20	2,23 ^{**}	0,71 ^{**}	7,17 ^{**}	12,15 ^{**}
Resíduo	96	0,19	0,03	0,09	4,40
CV (D, %)	-	18,8	21,37	14,19	15,53
CV (E, %)	-	6,59	4,77	3,61	6,20

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Foram observados comportamento linear crescente para as variáveis NF, DC, AP e AF ao longo das épocas de avaliações (Figura 5). Com relação ao número de folhas constatou-se que as mudas provenientes da dose de 1,6% de *Spirulina platensis* passou de 2,01 folhas, aos 20 dias após a semeadura, para 12,48 folhas, aos 52 dias DAS, proporcionando um aumento de 83,89%, em relação aos 20 dias. Observa-se que a dose de 1,6% proporcionou maior número de folhas, em relação as demais doses de *Spirulina platensis* aos 52 dias (Figura 5A). A altura das mudas é considerada um dos parâmetros mais antigos na classificação e seleção de mudas, e continua apresentando contribuição importante podendo ser indicada como parâmetro para essa avaliação (NAVROSKI et al., 2016).

Com relação ao diâmetro do caule constatou-se que as mudas provenientes da dose de 1,6% de *Spirulina platensis* passou de 0,88 mm, aos 20 dias após a semeadura, para 7,80 mm, aos 52 dias DAS, proporcionando um aumento de 88,71%, em relação a primeira avaliação. Nesta dose constatou-se maior média do DC em relação as demais doses utilizadas (Figura 5B).

Quanto à altura de plantas, constata-se (Figura 5C), que as avaliações ao longo do tempo proporcionou incremento na AP do mamoeiro durante a fase de produção de mudas e, segundo equação de regressão, a dose de 0,8% promoveu maior AP. A altura das mudas do mamoeiro ‘Papaya’ passou, em média de 1,83 cm, aos 20 dias após o semeio, para 18,58 cm, aos 52 DAS. Sendo constatado um incremento de 90,11% do crescimento ao longo do tempo.

A área foliar passou, em média de 0,015 cm², aos 20 dias após o semeio, para 17,02 cm², aos 52 DAS, na dose de 0,8% de *Spirulina platensis*, proporcionando um aumento de 99,91% (Figura 5D). As diferenças encontradas no crescimento das mudas de mamoeiro entre as diferentes doses podem estar relacionada às diferentes proporções de nutrientes encontrados na composição química das soluções preparadas. Segundo Navroski et al. (2016) o aumento da

área foliar propicia um aumento na capacidade da planta aproveitar a energia solar para a realização da fotossíntese e, desta forma, pode ser utilizada para avaliar a produtividade.

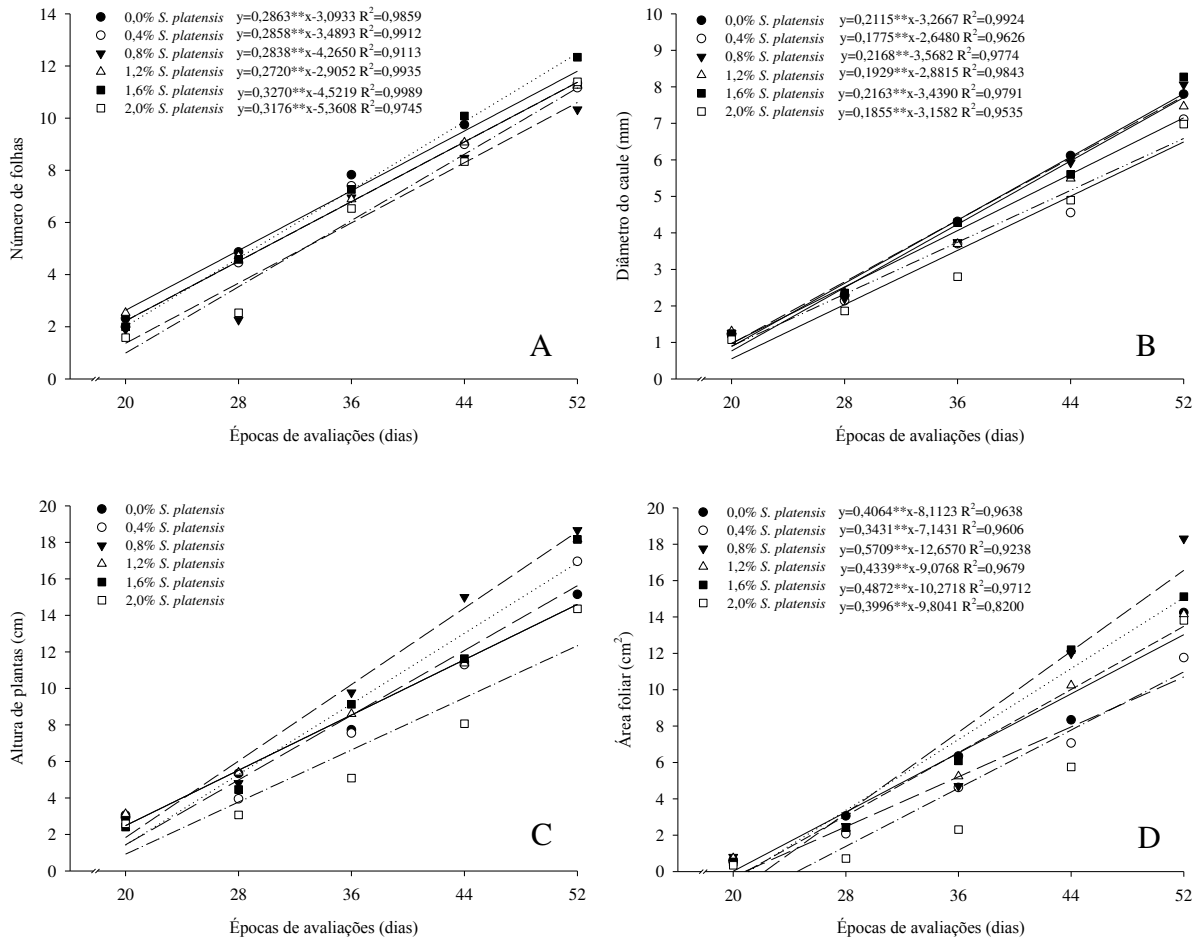


Figura 5. Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), altura de plantas (C) e área foliar (D) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis* e épocas de avaliações. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Conforme dados dos resultados da análise de variância, observa-se influência significativa das doses de *Spirulina platensis* para as variáveis CR, MFPA, MFR, MSPA, MSR, MFT, MST, RR/PA e IQD a 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância das variáveis comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), relação raiz/parte aérea (RR/PA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio								
		CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MFT	MST	RR/PA	IQD
Doses	5	9,19**	5,98**	0,83**	0,32**	0,04**	9,26**	0,67**	0,17**	0,009**
Resíduo	24	0,31	0,11	0,15	0,01	0,002	0,33	0,01	0,03	0,001
CV (%)	-	3,37	3,24	4,58	8,25	7,06	3,06	5,74	9,43	7,27

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ns não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

O maior acúmulo de massa fresca da parte aérea (11,09 g) foi observado com a aplicação de 1,6% de *Spirulina platensis* (Figura 6A), sendo em média 22,27% superior à testemunha. Doses a partir 1,6% promoveram redução para esta variável, num decréscimo de 2,43%. Em relação a massa fresca da raiz (Figura 6B), a dose de 1,2% de *Spirulina platensis* obteve a melhor resposta, onde houve um acúmulo de 8,80 g, sendo em média 9,77% superior à testemunha. O maior acúmulo de massa fresca total (19,71 g) foi observado com a aplicação de 1,6% de *Spirulina platensis*. Sendo constatado um incremento de 14,96 quando comparado com a testemunha (Figura 6C). Conforme apresentado por Manrich et al. (2014), a composição química da *Spirulina platensis* traz valores consideráveis de elementos nutritivos para as plantas, porém quando preparado as soluções de acordo com as respectivas doses, o pH ficou levemente ácido (5,85), na maior dose (Tabela 3) e alta relação C/N (Tabela 2). Neste sentido, o uso de doses muito elevadas destas soluções a base de *Spirulina platensis* pode acidificar o solo e até mesmo consumir nitrogênio durante sua decomposição.

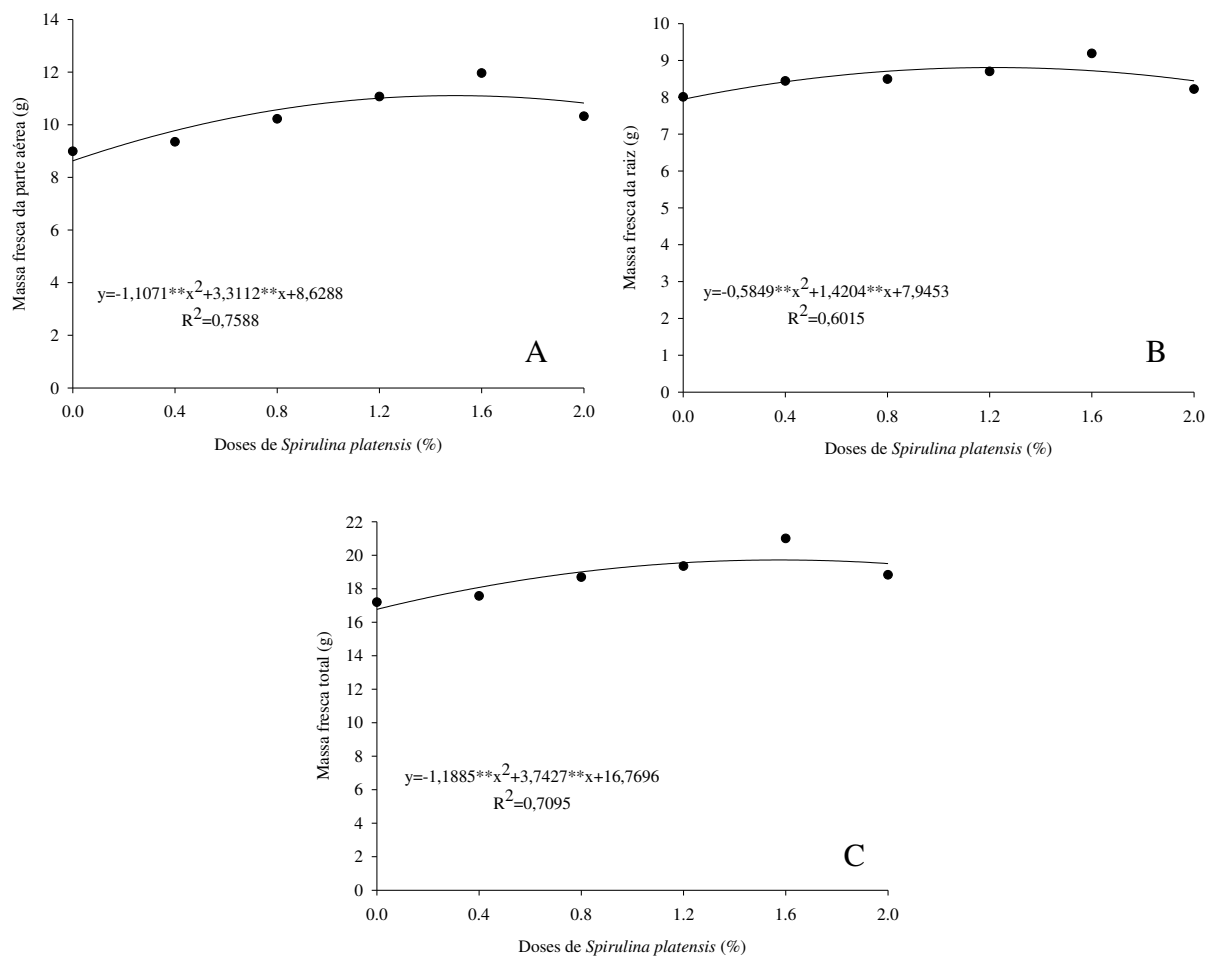


Figura 6. Massa fresca da parte aérea (A), massa fresca da raiz (B) e massa fresca total (C) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

A dose de 0,8% de *Spirulina platensis* promoveu um incremento de 32,5% para a massa seca da parte aérea (Figura 7A), de 14,70% para a massa seca da raiz (Figura 7B) e de 29,53% para a massa seca total (Figura 7C) em comparação a testemunha, mas doses superiores promoveram a redução destas variáveis. Essa diminuição no ganho de biomassa seca pode ser resultante do aumento da condutividade elétrica na solução, onde na dose de 2,0% da solução, a CE foi de 1,95 dS m⁻¹ (Tabela 3). Os maiores valores das características morfológicas de crescimento MSPA, MSR e MST, estimados pelos modelos de regressão ajustados em função das doses de *Spirulina platensis* foram 1,60; 0,68 e 2,36 g, respectivamente. Melo Júnior et al. (2014) utilizando Osmocote estimaram para o genótipo ‘Tainung 01’, aos 77 dias após a semeadura, valores máximos iguais a 1,01; 0,5 e 1,5 g, respectivamente. Neste sentido, a utilização de *Spirulina platensis* é mais eficiente, pois foi superior nas mesmas variáveis estudadas, num período de 52 dias. O uso de doses crescentes destas soluções a base de *Spirulina platensis* pode afetar diretamente o acúmulo de massa seca, devido à maior disponibilidade de nutrientes no solo.

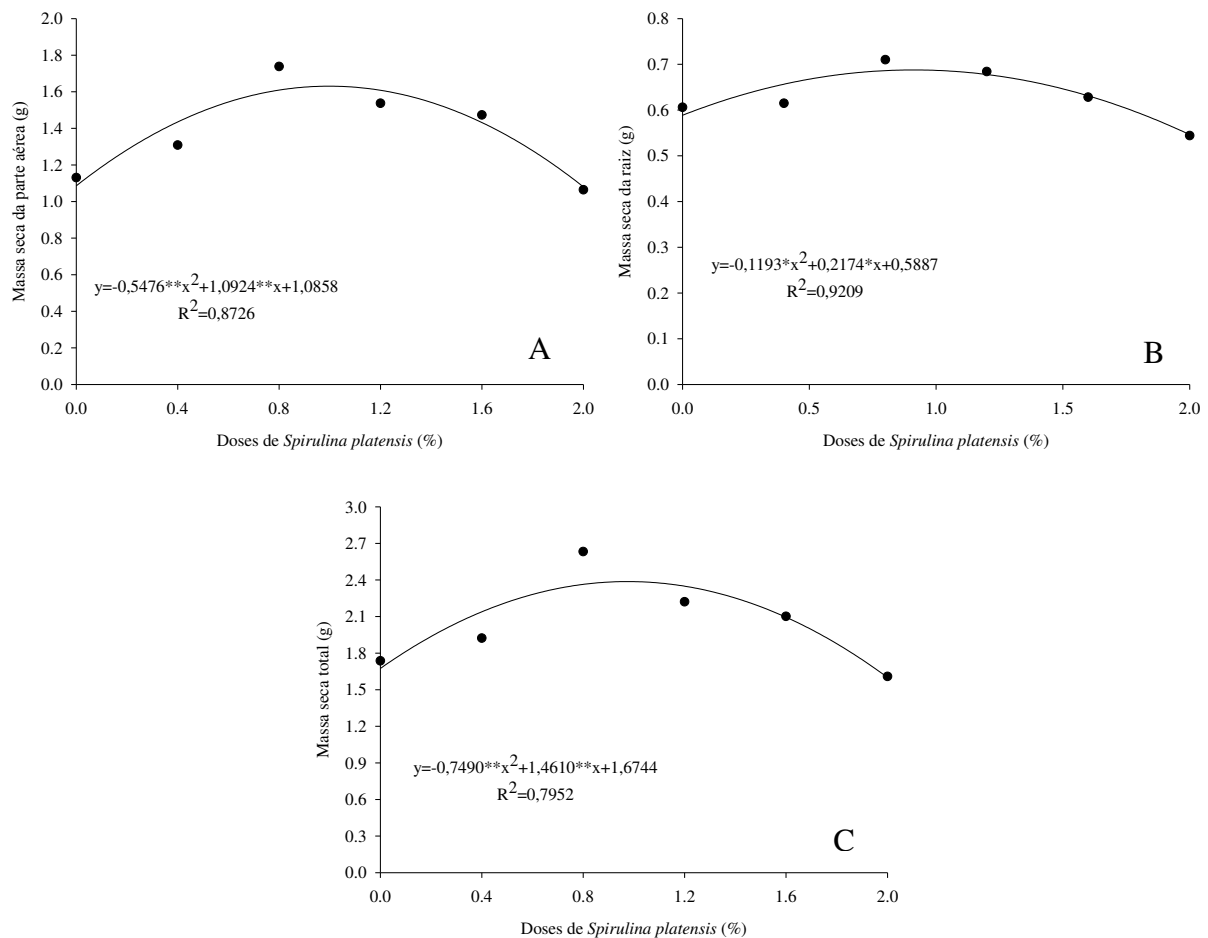


Figura 7. Massa seca da parte aérea (A), massa seca da raiz (B) e massa seca total (C) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Com relação ao maior comprimento do sistema radicular (18,01 cm), foi verificado com a aplicação de 1,2% de *Spirulina platensis* (Figura 8A), com incremento de 19,87% em relação a testemunha, doses superiores a 1,2% promoveram redução no comprimento do sistema radicular. Segundo Hafle et al. (2009), estudando a produção de mudas de mamoeiro, observaram que o comprimento do sistema radicular não foi influenciado significativamente, quando utilizado pó de alga marinha (*Lithothamnium* sp.) adicionada ao substrato, antes do enchimento das sacolas.

A maior relação raiz/parte aérea foi verificado na dose de 1,2% de *Spirulina platensis*, onde houve um incremento na relação de 14,48% em relação à testemunha (Figura 8B), o que pode representar uma característica desejável para maior equilíbrio mecânico das mudas de mamoeiro em condição de campo. No entanto, quando utilizadas doses superiores promoveram redução na RR/PA. Esse resultado demonstra que a parte aérea das mudas de mamoeiro possui maior sensibilidade ao aumento das doses de *Spirulina platensis* em relação ao sistema

radicular, o que pode estar relacionada às limitações no processo fotossintético, além da diminuição da superfície de contato do sistema radicular, que prejudica a absorção de íons específicos.

No que refere-se ao índice de qualidade de Dickson, houve incremento com a dose de 0,8% de *Spirulina platensis*, resultando num aumento de 12% em comparação a testemunha (Figura 8C). Porém, quando utilizadas doses superiores a 1,2% de *Spirulina platensis* apresentou uma redução significativa para o IQD. Melo Júnior et al. (2014) utilizando Osmocote estimaram para o genótipo ‘Tainung 01’, aos 77 dias após a semeadura, valores máximos para IQD de 0,34. Resultados inferiores ao encontrado nesta pesquisa, onde o maior valor do IQD foi estimado em 0,50. Isso reforça a hipótese sobre a disponibilidade de nutrientes e compostos bioestimulantes do crescimento vegetal presente nas soluções a base da biomassa de *Spirulina platensis* aplicada via solo.

A aplicação no solo das soluções a base de *Spirulina platensis* podem estimular a flora microbiana, além de seu potencial de enriquecimento de N, aumenta a capacidade de retenção de água, porosidade, estrutura e capacidade de troca de cátions do solo e grande desempenho positivo na sustentabilidade da agricultura atual (PRASANNA et al., 2008; WASSEL et al., 2015). Pode-se observar que existe um crescimento em todas as variáveis estudadas à medida que se aumenta as doses das soluções a base de *Spirulina platensis*, entretanto, esse aumento só ocorre até certa dose, sendo observada uma queda a partir deste, possivelmente relacionado ao distúrbio nutricional em função das altas doses do produto aplicado sob as mudas de mamoeiro.

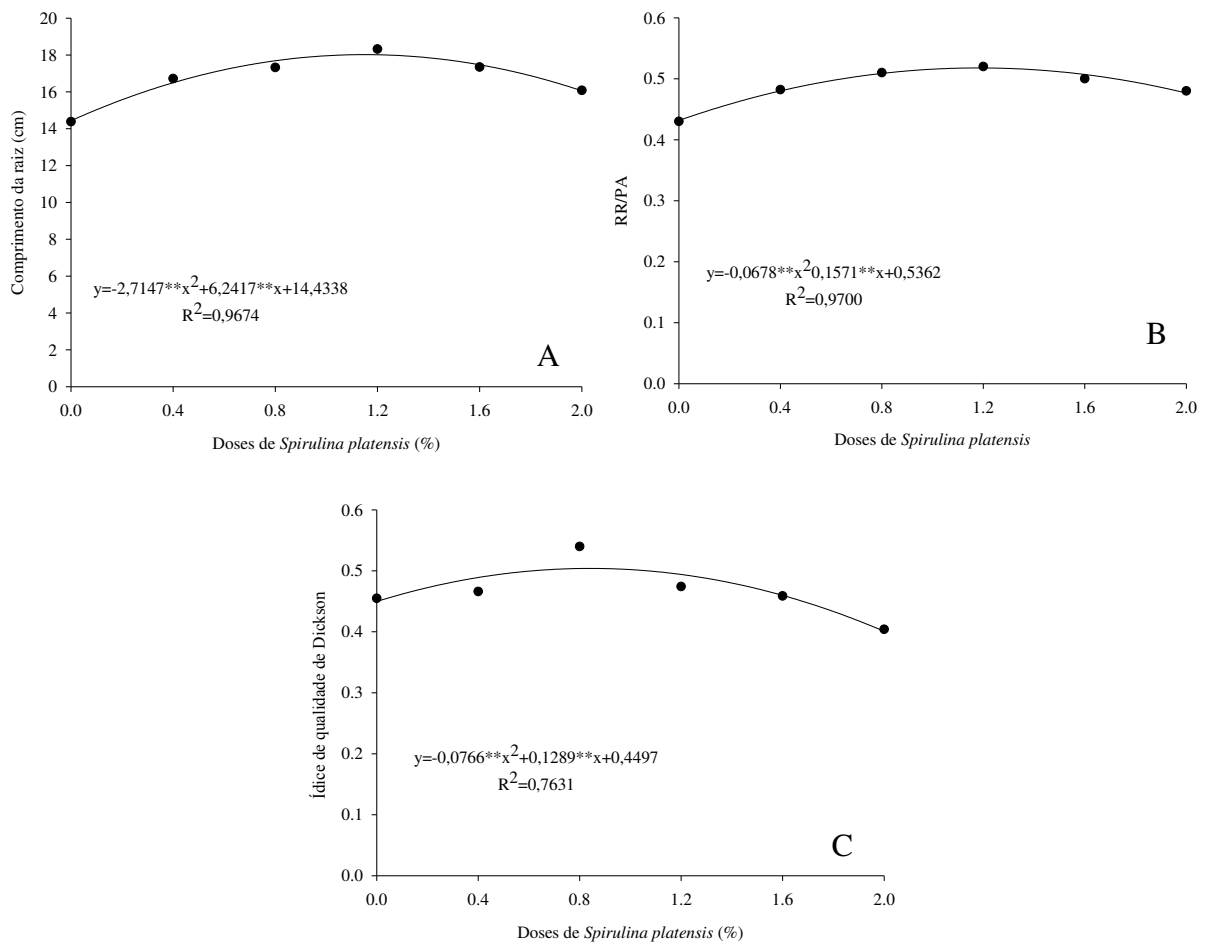


Figura 8. Comprimento da raiz (A), relação raiz/parte aérea (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Observa-se que as mudas de mamoeiro que receberam as maiores doses de *Spirulina platensis* acumulou maior quantidades de N (8%). Mas, o maior acúmulo de fósforo foi observado na testemunha ($13,31 \text{ mg dm}^{-3}$), sendo observado o valor decrescente conforme aumentou as doses de *Spirulina platensis* (Tabela 9). A absorção de nutrientes pelas plantas está diretamente relacionada à disponibilidade destes e da água no solo (ALMEIDA et al., 2002). Assim, a irrigação realizada de forma a deixar o substrato próximo a capacidade de campo, permitir a maior absorção de nutrientes pelas plantas, resultando em maiores teores de nutrientes nestas.

Tabela 9. Resultados de análises de nitrogênio (N) e fósforo (P) na parte aérea de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Doses (%)	Nitrogênio (%)	Fósforo (mg dm ⁻³)
0,0	4,80	13,31
0,4	5,50	12,36
0,8	5,60	9,90
1,2	6,20	8,06
1,6	7,60	8,51
2,0	8,00	7,69

Fonte: Análises realizadas no laboratório de solo do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG.

4. CONCLUSÕES

Verificou-se que a imersão das sementes nas doses de *Spirulina platensis* não influenciou o índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência.

As mudas de mamoeiro ‘Formosa’ e ‘Papaya’ submetidas as aplicações de *Spirulina platensis* realizadas ao longo do tempo influência de forma positiva, podendo ser utilizadas doses entre 0,4 a 1,6% de *Spirulina platensis*.

A dose de 2,0% de *Spirulina platensis* proporcionou maior acúmulo de N na massa seca das folhas. Mas, para o fósforo, a testemunha apresentou maiores teores de P.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ALBANO, F.G.; CAVALCANTE, Í.H.; MACHADO, J.S.; LACERDA, C.F.D.; SILVA, E.R. D.; SOUSA, H.G.D. New substrate containing agroindustrial carnauba residue for production of papaya under foliar fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.2, p.128-133, 2017.

ALMEIDA, F.T.; BERNADO, S.; MARINHO, C.S.; MARIN, S.L.; SOUSA, E.F. Teores de nutrientes do mamoeiro ‘Improved Sunrise Solo 72/12’ sob diferentes lâminas de irrigação, no Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.547-551, 2002.

ALY, M. S.; ESAWY, M. A. Evaluation of *Spirulina platensis* as bio.stimulator for organic farming systems. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**, [S.l.], v.6, n.2, p.1-7, 2008.

BRASIL. Decreto nº. 4.954, de 14 de Janeiro de 2004. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 de jan. 2004. Seção 1, p. 2. Disponível em:

<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do>> Acesso em: 16/08/2017.

CECATO, A.; MOREIRA, G.C. Aplicação de extrato de algas em alface. **Cultivando o saber**, v.6, n.2, p.89-96, 2013.

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.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v.36, p.10-13, 1960.

FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GUIMARÃES, I.P.; BENEDITO, C.P.; CARDOSO, E.A.; PEREIRA, F.E.C.B.; OLIVEIRA, D.M. Avaliação do efeito do uso do extrato de alga (Raiza®) no desenvolvimento de mudas de mamão. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15, p.312-3019, 2012.

HAFLE, O.M.; SANTOS, V.A.; RAMOS, J.D.; CRUZ, M.C.M.; MELO, P.C. Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e *Lithothamnium*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.1, p.245-251, 2009.

IBGE. SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983, 174 p.

LIMA, J.F.; PEIXOTO, C.P.; LEDO, C.A.S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, n.5, 2007.

LIMA, S.R.; SILVA, H.R.; MELLO, A.H.; SANTOS, G.R.; OLIVEIRA, F.K.D. Produção de mudas de maracujazeiro cultivada com diferentes doses de calcário dolomítico. **Revista Agroecossistemas**, v.5, n.2, p.24-33, 2013.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MANRICH, A. MERMEJO, B.C.; MORAES, J.C.; OLIVEIRA, J.E.; MATTOSO, L.H.C.; MARTINS, M.A. Determinação da composição química da *Spirulina platensis*. In:

- WORKSHOP DA REDE DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO, 8, Juiz de Fora, 2014, **Anais**. Juiz de Fora, Embrapa Gado de Corte, 2014. CNPDIA.
- MELO JÚNIOR, J.C.F.; LIMA, A.M.N.; TEIXEIRA, M.V.; CONCEIÇÃO, G.C.; SANTOS, L.R. Depleção de água no substrato e doses de fertilizante Osmocote® na formação de mudas de mamoeiro. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.4, p.499-508, 2014.
- MENGARDA, L.H.G.; LOPES, J.C.; BUFFON, R.B. Emergence and vigor of papaya genotypes seedlings according to irradiance. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.3, p.325-333, 2014.
- NASCIMENTO, E.S.; CALVELCANTE, L.F.; GONDIM, S.C.; SOUZA, J.T.A.; BEZERRA, F.T.C.; BEZERRA, M.A.F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Agropecuária Técnica**, v.38, n.1, p.1-8, 2017.
- NAVROSKI, M.C.; NICOLETTI, M.F.; LOVATEL, Q.C.; OLIVEIRA, M.P.; TONETT, E.L.; MAZZO, M.V.; FELIPPE, D. Efeito do volume do tubete e doses de fertilizantes no crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Agrarian**, v.9, n.31, p.26-33, 2016.
- OLIVEIRA, F.S.; FARIAS, O.R.; NOBRE, R.G.; FERREIRA, I.B.; FIGUEREDO, L.C.; OLIVEIRA, F.S. Produção de mudas de mamoeiro 'Formosa' com diferentes doses de esterco ovino. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.58, n.1, p.52-57, 2015.
- PRASANNA, R.; JAISWAL, P.; SINGH, Y.V.; SINGH, P.K. Influence of biofertilizers and organic amendments on nitrogenase activity and phototrophic biomass of soil under wheat. **Acta Agronomica Hungarica**, n.56, n.2, p.149-159, 2008.
- SÁ, F.V.S.; MESQUITA, E.F.; BERTINO, A.M.P.; SILVA, G.A.; COSTA, J.D. Biofertilizantes na produção hidropônica de mudas de mamoeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.3, p.109-116, 2013.
- SILVA, A.K.; COSTA, E.; SANTOS, E. L. L.; BENETT, K.S.S.; BENETT, C.G.S. Produção de mudas de mamoeiro 'formosa' sob efeito de tela termorrefletora e substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.1 p.42-48, 2013.
- SILVA, C.C.; ARRAIS, Í.G.; ALMEIDA, J.P.; DANTAS, L.L.; SILVA, F.S.; MENDONÇA, V. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.234-247, 2016.
- WASSEL, A.E.H.M.; SAYED, M.A.E.; MOHAMED, A.Y.; HASSAN, E.A.M. Effect of using plant compost enriched with spirulina platensis algae as a partial replacement of inorganic fertilization on fruiting of ewaise mangoes. **Word Rural Observations**, v.7, n.3, p.102-109, 2015.

CAPÍTULO II

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE MAMOEIRO PRODUZIDAS COM O USO DE *Spirulina platensis* APLICADA VIA FOLIAR

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e qualidade de mudas de mamoeiro produzidas com o uso de *Spirulina platensis* através do tratamento de sementes e aplicações adicionais via foliar, em ambiente protegido. A pesquisa foi realizada no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Pombal-PB. Foram conduzidos dois experimentos concomitantemente, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC), com cinco repetições e três mudas por repetição. Para acompanhamento do crescimento das mudas adotou-se o esquema de parcelas subdivididas composto por dois fatores, doses de *Spirulina platensis* (0,0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0%) e épocas de avaliações (20, 28, 36, 44 e 52 dias). Verificou-se que a imersão das sementes nas doses de *Spirulina platensis* não influencia o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de emergência. As aplicações de *Spirulina platensis* aplicado via foliar na cultura de mamoeiro 'Formosa' sob as condições em que foi produzida as mudas, não influencia em seu crescimento. Para as mudas de mamoeiro 'Papaya' influência de forma positiva para as variáveis massa fresca das folhas, raiz e total. Não houve resposta para as demais variáveis estudadas. As doses de 1,6% e 2,0% de *Spirulina platensis* proporcionou maior acúmulo de N e P, respectivamente, na massa seca das folhas de mamoeiro 'Formosa'. A dose de 2,0% e o controle proporcionou maior acúmulo de N e P, respectivamente, na massa seca das folhas de mamoeiro 'Papaya'.

Palavras-chave: *Carica papaya* L., produção de mudas, biofertilizante.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the growth and quality of papaya seedlings produced with the use of *Spirulina platensis* through the treatment of seeds and additional applications via foliar, in protected environment. The research was carried out at the Agro-Food Science and Technology Center of the Federal University of Campina Grande, *campus* Pombal-PB. Two experiments were conducted concomitantly, using a completely randomized experimental design (DIC), with five replicates and three replications per replicate. In order to follow the growth of the seedlings, the split-plot scheme was composed of two factors, *Spirulina platensis* (0.0; 0.4; 0.8; 1.2; 1.6 and 2.0%) and (20, 28, 36, 44 and 52 days). It was verified that the immersion of the seeds in the concentrations of *Spirulina platensis* does not influence the rate of emergency and the percentage of germination. The applications of *Spirulina platensis* applied via leaf in the 'Formosa' papaya crop under the conditions in which the seedlings were produced, does not influence its growth. For papaya seedlings 'Papaya' influence positively to the variables fresh mass of leaves, root and total. But, there was no answer for the other variables studied. The concentrations of 1.6% and 2.0% of *Spirulina platensis* provided higher accumulation of N and P, respectively, in the dry mass of 'Formosa' papaya leaves. The concentration of 2.0% and the control provided greater accumulation of N and P, respectively, in the dry mass of papaya papaya leaves.

Keywords: *Carica papaya* L., seedling production, biofertilizer.

1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta herbácea de clima tropical e subtropical, bem adaptada ao território brasileiro, onde tem grande importância econômica entre as culturas frutíferas, especialmente na região Nordeste, com produção anual de 250.954 toneladas (ALBANO et al., 2017). O Brasil é o segundo maior produtor de mamão do mundo e responde, em média, por 16% da produção desse fruto. Com participação de 1,5 mil toneladas numa área de 30.445 ha, superado apenas pela Índia. Nestas áreas o plantio corresponde especialmente a duas cultivares ‘Formosa’ e ‘Papaia’ (FAO, 2014).

O consumo do mamão ocorre em todo o país, mas a produção está concentrada no Nordeste e no Sudeste, pois a média estadual de produção de frutos, no período de 2007 a 2013, foi de 48% na Bahia, 31% no Espírito Santo, 6% no Ceará, 5% no Rio Grande do Norte e 3% em Minas Gerais (SOUZA et al., 2016).

Os pomares de mamoeiro apresentam ciclo curto para aproveitamento comercial, desta forma, a constante renovação dos pomares e o aumento da área cultivada para a produção têm gerado grande demanda por mudas de qualidade, as quais podem ser responsáveis por até 60% do sucesso da cultura (BARROS, 2011). Assim, todos os fatores que envolvem a produção de mudas devem ser sarnados, para que a produção de mudas não seja comprometida. Alguns dos fatores mais importante, que limita a produção de mudas atualmente é a baixa fertilidade dos substratos e a nutrição das plantas, podendo ser corrigida com o uso de extratos de algas, como bioestimulante ou biofertilizante (ELARROUSSIA et al., 2016; SILVA et al., 2016).

De acordo com Silva et al. (2016) o uso de bioestimulantes naturais está cada vez mais se inserindo no cenário agrícola, visto que o mesmo está ganhando aceitação na agricultura orgânica em razão da necessidade de fertilizantes, produtos fitossanitários e hormônios naturais. Sendo assim, a utilização de microalgas como biofertilizante ou bioestimulante na agricultura é uma solução, para evitar o uso excessivo de fertilizantes, herbicidas e pesticidas na produção agrícola e diminuir o impacto ambiental.

A utilização de algas em plantas tem sido alvo de vários estudos. Como a produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. (SILVA et al., 2016), para a produção de mudas de maracujazeiro amarelo (OLIVEIRA et al., 2011) utilizando *Ascophyllum nodosum* e mamoeiro ‘Formosa’ utilizando *Lithothamnium* (TEXEIRA et al., 2009). No Brasil, o uso da microalga *Spirulina platensis* na agricultura ainda é incipiente, em geral, encontra-se em expansão necessitando de informações mais precisas em relação a concentração ideal e aplicação de forma adequado. De acordo com o Decreto número 4.954, o uso de extrato de alga na agricultura

é regulamentado enquadrado como agente complexante em formulações para aplicação foliar e fertirrigação (BRASIL, 2004). Neste sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar o crescimento e qualidade de mudas de mamoeiro produzidas com o uso de *Spirulina platensis* através do tratamento de sementes e aplicações adicionais via foliar, em ambiente protegido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB. Realizaram-se dois experimentos, no período de abril a julho de 2017 (Experimento I e II). O município de Pombal está localizado nas coordenadas geográficas 6° 46' 13'' de latitude sul e 37° 48' 06'' de longitude a oeste de Greenwich e a uma altitude de 144 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como semiárido ("AW" quente e úmido) com média anual de pluviosidade e de temperatura de 431,8 mm e 28 °C, respectivamente.

Experimento I e II

No experimento I e II, foram utilizadas sementes comerciais (ISLA®) de mamoeiro do híbrido Tainung-1, referente ao grupo 'Formosa' e cultivar Sunrise Solo, referente ao grupo 'solo', respectivamente.

O substrato utilizado era constituído por uma mistura de solo, esterco bovino e areia, na seguinte proporção 3:1:1. O substrato foi esterilizado previamente em autoclave durante uma hora a 127 °C e 1,5 atmosfera de pressão. Cujas análises químicas foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição Mineral de Plantas CCTA/UFCG (Tabela 1). A semeadura foi realizada em 11 de abril de 2017, diretamente em sacos de polietileno de cor preta, com dimensões de 14 x 20 cm, colocando-se 3 sementes em cada sacola na profundidade de 1 cm.

Tabela 1. Análise química do substrato utilizado para produção das mudas de mamoeiro ‘Formosa’ e ‘Papaya’ antes e após o uso da *Spirulina platensis* aplicado via foliar. UFCG, Pombal-PB. 2018.

Substrato	pH	CEas	Ca	Mg	Ca + Mg	N	P	MO
	H ₂ O	dS m ⁻¹	-----Cmolc/dm ³ -----			%	mg dm ⁻³	g/kg
Antes do uso da <i>Spirulina platensis</i>								
Amostra inicial	8,29	0,63	7,20	5,80	13,00	0,4	196,97	7,06
Após o uso da <i>Spirulina platensis</i> mamoeiro ‘Formosa’								
<i>Spirulina platensis</i> 0,0%	8,54	0,15	6,40	4,40	10,80	0,4	174,11	19,78
<i>Spirulina platensis</i> 0,4%	9,06	0,11	7,10	3,60	10,70	0,4	185,53	10,70
<i>Spirulina platensis</i> 0,8%	8,44	0,13	6,30	4,30	10,60	0,3	181,66	7,47
<i>Spirulina platensis</i> 1,2%	8,41	0,17	6,00	4,50	10,50	0,4	193,94	12,92
<i>Spirulina platensis</i> 1,6%	8,40	0,12	5,80	4,20	10,00	0,4	337,43	15,54
<i>Spirulina platensis</i> 2,0%	8,48	0,18	6,80	4,70	11,50	0,4	248,80	7,67
Após o uso da <i>Spirulina platensis</i> mamoeiro ‘Papaya’								
<i>Spirulina platensis</i> 0,0%	8,62	0,10	6,00	4,40	10,40	0,4	146,81	8,28
<i>Spirulina platensis</i> 0,4%	8,08	0,10	6,70	3,80	10,50	0,4	178,80	7,57
<i>Spirulina platensis</i> 0,8%	8,79	0,10	6,90	3,50	10,40	0,3	199,02	8,88
<i>Spirulina platensis</i> 1,2%	8,46	0,11	6,30	4,40	10,70	0,4	171,34	10,19
<i>Spirulina platensis</i> 1,6%	8,09	0,10	6,70	3,60	10,30	0,5	190,94	9,69
<i>Spirulina platensis</i> 2,0%	8,04	0,16	6,70	4,60	11,30	0,3	183,10	9,59

Fonte: Análises realizadas no laboratório de solo do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG. pH: Potencial hidrogênico; CE – Condutividade elétrica; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio;; N - Nitrogênio P – Fósforo; MO – Matéria orgânica.

As mudas foram cultivadas em casa de vegetação com cobertura de sombrite com passagem de 50% de luminosidade. Durante os experimentos, foi realizado o registro diário de temperatura de 27,2 °C e umidade relativa do ar de 72%, foram registrados usando um termômetro digital (Instrutemp®, Brasil). A irrigação foi realizada diariamente no início da manhã e fim de tarde, de forma manual, com base na necessidade hídrica das plantas, e de forma a manter o solo próximo a capacidade de campo.

Os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com cinco repetições e três mudas por repetição, adotando o esquema de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas foram constituídas por seis tratamentos (0,0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0% de *Spirulina platensis*) e as subparcelas, pelas épocas de avaliações (20, 28, 36, 44 e 52 dias).

Para a obtenção das soluções com as doses propostas foram pesadas em balança analítica as seguintes quantidades: 0% - 0 g, 0,4% - 0,4 g, 0,8% - 0,8 g, 1,2% - 0,12 g e 2% - 0,20 g de biomassa de *Spirulina platensis*, diluindo-se em 100 ml de água, sob agitação constante até a homogeneização completa da solução. Posteriormente as sementes foram imersas nas soluções a base de *Spirulina platensis* de acordo com as respectivas doses, por cinco minutos, e posteriormente realizada a semeadura. Após a semeadura, o experimento foi conduzido por 52 dias, durante esse período foram realizadas mais 5 aplicações das soluções a base de *Spirulina*

platensis de acordo com seus respectivos tratamentos. As épocas de aplicações começaram aos 16 dias DAS, sendo aplicadas semanalmente nas parcelas, via foliar.

Aos 16 dias após a semeadura (DAS), foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência (PE). Posteriormente, foi realizado o desbaste, deixando uma muda por recipiente. As aplicações foram realizadas com o auxílio de um pulverizador manual, com capacidade para 900 mL de cada tratamento das soluções a base de *Spirulina platensis*, onde foi pulverizado de maneira uniforme sobre as partes aéreas das plantas, considerando-se o ponto de escorrimento do produto na muda de mamoeiro, como referência ao volume da solução aplicado por muda. A composição de elementos químicos encontrados na biomassa da *Spirulina platensis* é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Elementos químicos presentes na biomassa da *Spirulina platensis* e seu teor em porcentagem.

C	N	O	Na	Mg	Al	P	S	Cl	K	Cu	Zn
%											
24,67	7,44	25,29	6,29	0,70	0,44	3,20	3,05	11,42	13,31	2,25	1,94

Fonte: MANRICH et al., 2014

Os tratamentos foram aplicados ao final da tarde após irrigação das plantas, via pulverização foliar a 16, 24, 32, 40 e 48 DAS. Após o preparo de cada solução, as mesmas foram avaliadas quanto ao pH, com uso de pHmetro digital, e a condutividade elétrica, com uso de condutivímetro de bancada (25 °C) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores do potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CEes) das diferentes soluções aquosas da microalga *Spirulina platensis*, Pombal-PB, 2017.

Concentrações das soluções (%)	Potencial hidrogeniônico	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)
0,0	7,96	0,70
0,4	6,85	0,61
0,8	6,32	1,19
1,2	6,29	1,77
1,6	5,92	1,85
2,0	5,85	1,95

Fonte: Análises realizadas no laboratório de solo do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG.

Aos 20, 28, 36, 44 e 52 dias após a semeadura (DAS), avaliou-se número de folhas, altura de plantas, diâmetro do caule e área foliar. As análises destrutivas foram avaliadas aos 52 DAS e constituíram-se de comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea, da raiz e total, massa seca da parte aérea, da raiz e total, relação raiz/parte aérea e Índice de Qualidade de Dickson.

A análise de nutrientes na folha foi realizada após 52 dias, onde foi determinada os seguintes nutrientes presentes nas folhas completamente desenvolvidas N e P.

2.1. Características avaliadas

- a) **Índice de velocidade de emergência (IVE)** – foram realizadas contagens diárias, durante 8 dias, das plântulas normais, sendo o índice calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962), descrito a seguir na equação 1:

Equação 1.

$$IVE = \sum \left(\frac{ni}{di} \right)$$

Onde:

ni = número de sementes emergidos na i-ésima avaliação;

d = número de dias da i-ésima avaliação após a semeadura das sementes.

- b) **Porcentagem de emergência (%) (PE)** – determinou-se a porcentagem de emergência pela expressão proposta por Labouriau (1983), descrito a seguir na equação 2:

Equação 2.

$$E (\%) = \frac{N}{A} * 100$$

Onde:

N: número de sementes germinadas;

A: número total de sementes colocadas para germinar.

- c) **Número de folhas (NF)** - Consideraram-se as folhas que apresentaram tamanho superior a três cm;
- d) **Altura de plantas (cm) (AP)** - Medido do colo da planta até a gema apical;
- e) **Diâmetro do caule (mm) (DC)** - Determinado por meio de medições no caule das mudas a 3 cm do solo, utilizando-se paquímetro digital;
- f) **Área foliar (cm²)** - Estimada utilizando-se equação disposta em Oliveira et al. (2015) a partir da medição da nervura central (L) de cada folha.

Equação 3.

$$AF = 0,0947L^{2,7352}$$

Onde:

L: é o comprimento do lóbulo central.

- g) **Comprimento da raiz (cm) (CR)** - Mediu-se a distância do colo até o ápice da raiz;

- h) Massa fresca da parte aérea (g/planta) (MFPA)** - Aferida por meio de pesagem em balança analítica;
- i) Massa seca da parte aérea (g/planta) (MSPA)** - Determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica com precisão de 0,01 g;
- j) Massa fresca da raiz (g/planta) (MFR)** - Aferida por meio da pesagem das raízes em balança analítica;
- k) Massa seca da raiz (g/planta) (MSR)** - Determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingir peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica;
- l) Massa seca total (g/planta) (MST)** - foi obtida com a soma da matéria seca da parte aérea e da raiz;
- m) Relação raiz/parte aérea (RR/PA)** - obtida da relação entre MSR e MSPA;
- n) Índice de Qualidade de Dickson (IQD)** - O IQD é uma fórmula balanceada na qual se incluem as relações das variáveis morfológicas, como MST, MSPA, MSR, AP e DC, desenvolvido em trabalho realizado com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monficola* (DICKSON et al., 1960), descrito a seguir na equação 4:

Equação 4.

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{AP (cm)}{DC (mm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}}$$

- o) Análise de nutrientes na folha** - foi coletado uma amostra composta para cada tratamento. O material vegetal seco passou pelo processo de moagem, em moinho tipo Willey para a determinação dos teores de N e P. Após a moagem do material vegetal, foi realizada a digestão em ácido sulfúrico a 0,110 g para o N e P (MALAVOLTA et al., 1997).

2.2. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F (1 a 5% de probabilidade) e, nos casos de efeito significativo, foi realizado análise de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). A escolha da regressão foi feita mediante melhor ajuste em base de coeficiente de determinação (R^2) e levando-se em consideração uma provável explicação biológica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

A emergência de plântulas iniciou-se aos 8 dias após a semeadura e foi até 12 dias DAS. No entanto, não foi observado efeito significativo para as variáveis porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência para o fator doses de *Spirulina platensis*. A imersão das sementes de mamoeiro ‘Formosa’ durante 5 minutos nas respectivas doses de *Spirulina platensis* não influenciaram de forma significativa.

De acordo com a análise de variância houve interação entre os fatores doses de *Spirulina platensis* e época de avaliação ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis NF, DC, AP e AF. No fator doses, não houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis NF e DC. Observou-se efeito significativo para as variáveis AP e AF. O fator época de avaliação foi significativo para todas as variáveis, havendo efeito significativo ao nível de 1% para todas as características (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP) e área foliar (AF) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis* e épocas de avaliações. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		NF	DC	AP	AF
Doses (D)	5	0,89 ^{ns}	0,19 ^{ns}	7,54 ^{**}	2,54 ^{**}
Resíduo	24	0,42	0,13	0,57	0,12
Épocas de avaliação (E)	4	366,18 ^{**}	218,06 ^{**}	1376,84 ^{**}	1868,33 ^{**}
D x E	20	0,14 [*]	0,04 ^{ns}	0,73 ^{**}	1,57 ^{**}
Resíduo	96	0,07	0,03	0,25	0,12
CV (D, %)	-	7,82	8,14	5,62	3,60
CV (E, %)	-	3,29	4,27	3,72	3,55

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Foram observados comportamento linear crescente para as variáveis NF, DC, AP e AF ao longo das épocas de avaliações (Figura 1). Com relação ao número de folhas constatou-se que as mudas provenientes da dose de 0,4% de *Spirulina platensis* passou de 3,98; aos 20 dias após a semeadura, para 13,05; aos 52 dias DAS, proporcionando um aumento de 9,07; sendo superior as demais doses utilizadas (Figura 1A). Trabalho realizado com produção de mudas de mamoeiro observou efeito semelhante quanto ao uso de Spirufert® aplicado via foliar, onde as avaliações ao longo do tempo foram significativo, porém, o fator dose não demonstrou efeito

significativo em relação ao número de folhas, avaliadas até os 52 dias DAS (ROCHA et al., 2017).

Quanto ao diâmetro do caule observa-se que a dose de 0,4% de *Spirulina platensis* passou de 1,11 mm, aos 20 dias após a semeadura, para 7,95 mm, aos 52 dias DAS, proporcionando um aumento de 6,84 mm, sendo superior as demais doses. Observa-se que esta variável está em concordância com o NF, com o avanço na idade das mudas houve um aumento no DC, este aumento correspondeu a um incremento de 86,03% no DC dos 20 DAS aos 52 DAS (Figura 1B). Segundo Rocha et al. (2017), estudando a produção de mudas de mamoeiro utilizando Spirufert®, com o avanço da idade das mudas houve efeito significativo, mas concentrações até 4% do produto não proporcionou efeito significativo.

Quanto à altura de plantas, constata-se (Figura 1C), assim como para NF e DC, que as avaliações ao longo do tempo proporcionou incremento linear na AP do mamoeiro durante a fase de produção de mudas e, segundo equação de regressão, a dose de 1,6 e 2,0% promoveu maior AP. A altura das mudas do mamoeiro 'Formosa' passou, em média de 5,33 cm, aos 20 dias após o semeio, para 23,40 cm, aos 52 DAS, quando utilizado 1,6% de *Spirulina platensis*. Quando utilizado 2,0% de *Spirulina platensis*, constatou-se que a altura das mudas de mamoeiro passou em média de 5,24 cm, aos 20 dias DAS, para 23,31 cm DAS, sendo observado um incremento de 18,04 cm no crescimento das mudas. Garcia et al. (2014) e Rocha et al. (2017) avaliando o efeito do extrato das microalgas *Ascophyllum nodosum* e *Spirulina platensis* em mudas de cajueiro e mamoeiro, constataram que as concentrações do extrato não influenciaram na variável altura das mudas nas concentrações estudadas.

A área foliar passou, em média de 0,38 cm², aos 20 dias após o semeio, para 20,09 cm², aos 52 DAS, na dose de 1,6% de *Spirulina platensis* (Figura 1D). As diferenças encontradas no crescimento das mudas de mamoeiro entre as diferentes doses podem estar relacionada às diferentes proporções de nutrientes encontrados na composição química das soluções preparadas. Segundo Brito et al. (2017), avaliação da área foliar é importante e auxiliar no estudo do crescimento e desenvolvimento das plantas.

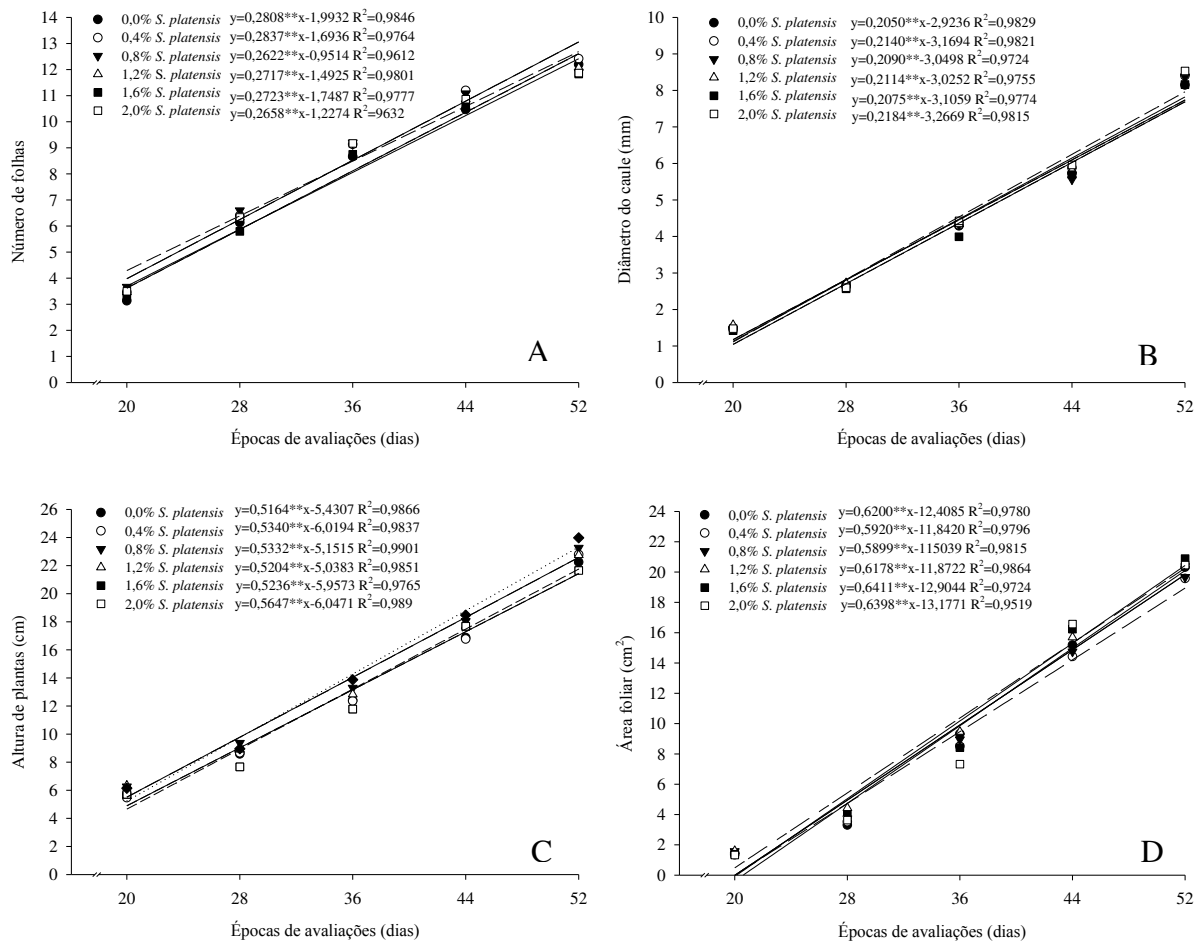


Figura 1. Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), altura de plantas (C) e área foliar (D) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis* e épocas de avaliações. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Conforme dados dos resultados da análise de variância, observa-se que não houve influência significativa das doses de *Spirulina platensis* para as variáveis CR, MFPA, MFR, MSPA, MSR, MFT, MST, RR/PA e IQD das mudas de mamoeiro ‘Formosa’ a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância das variáveis comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), relação parte aérea raiz (RR/PA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio								
		CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MFT	MST	RR/PA	IQD
Doses	5	28,05 ^{ns}	0,20 ^{ns}	5,17 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,013 ^{ns}	4,64 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Resíduo	24	1,61	3,13	0,59	0,03	0,006	4,70	0,06	0,06	0,002
CV (%)	-	4,38	12,81	8,26	9,97	10,37	9,36	9,07	10,60	9,55

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; CV - coeficiente de variação.

Embora não se tenha constatado significância na análise de variância, conforme demonstrado na Tabela 5. Observa-se que houve tendência ao aumento da massa fresca da parte aérea das mudas de mamoeiro ‘Formosa’ conforme aumentou as doses de *Spirulina platensis* (Figura 2A). O maior acúmulo MFPA foi de 14,11 g para as mudas que receberam 2,0% de *Spirulina platensis*. Para a massa fresca da raiz, observou-se que a dose de 0,8% proporcionou as melhores médias das mudas de mamoeiro, sendo constatado um acúmulo de 11 g. Observou-se que doses superiores a 0,8%, provavelmente, tenham influenciado negativamente para o crescimento do sistema radicular (Figura 2B). Tal resultado pode ser relacionado ao fato do aumento nas doses de *Spirulina platensis* proporcionar aumento da CE das soluções, passando da CE de 0,70 para 1,95 dS m⁻¹, nas doses de 0,0 e 2,0% de *Spirulina platensis*, respectivamente. Verificando-se também, que o pH diminui conforme aumentou a dose de *Spirulina platensis*, passando de 7,96 para 5,85, nas doses de 0,0 e 2,0% de *Spirulina platensis*, respectivamente (Tabela 3). Neste sentido, pode ter interferido na capacidade de absorção do produto pelas mudas de mamoeiro. Para a massa fresca total foi constatado maior acúmulo na dose de 0,8% de *Spirulina platensis* (Figura 2C).

Os resultados constatados nesse experimento, discordam com os encontrados por Oliveira et al. (2013), que avaliando o crescimento da beterraba em função da adubação foliar a base de *Spirulina platensis*, verificaram que a massa fresca das plantas de beterraba, foi significativamente influenciada pelas aplicações foliares do produto nas concentrações de 1,5 e 3 g L⁻¹, respectivamente.

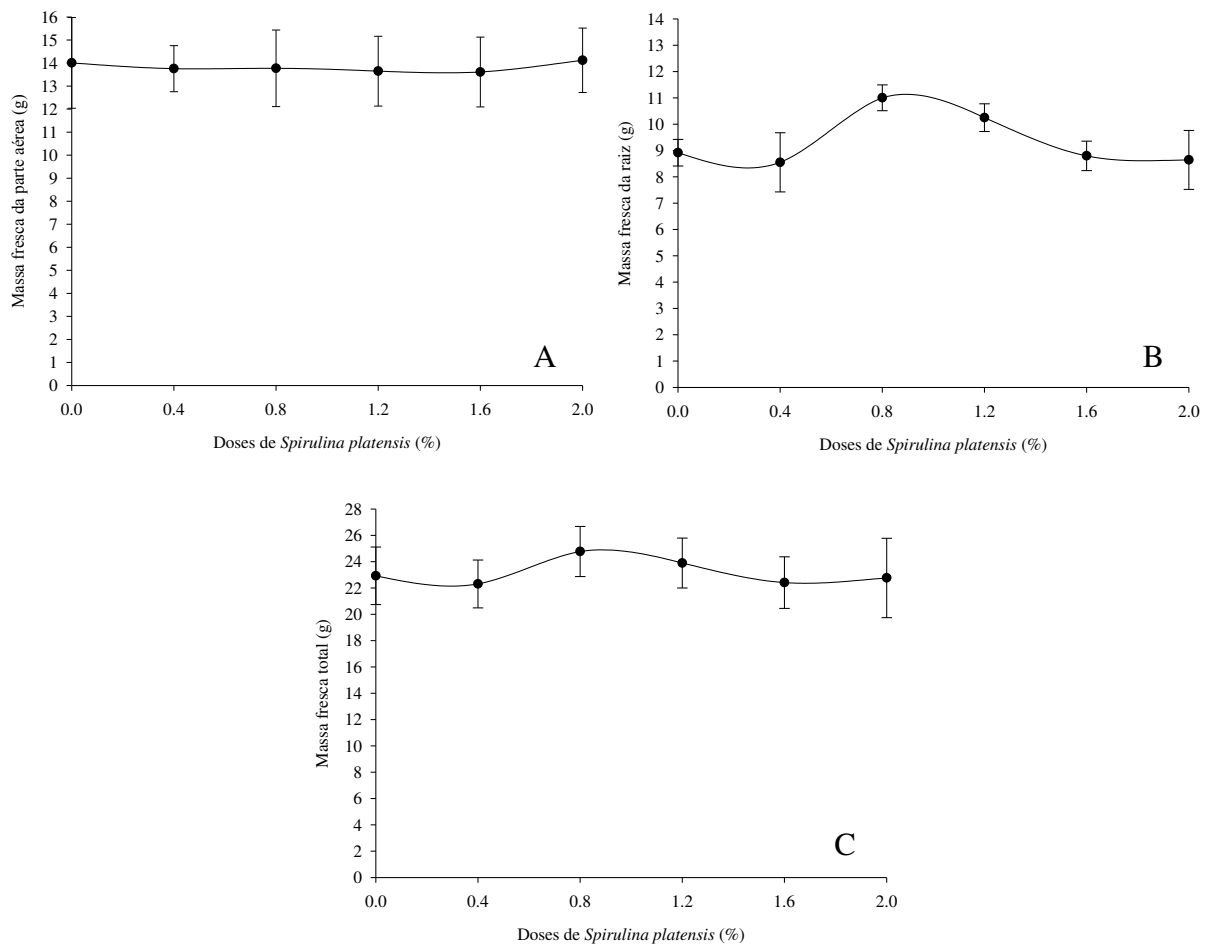


Figura 2. Massa fresca da parte aérea (A), massa fresca da raiz (B) e massa fresca total (C) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018. A barra vertical representa o desvio padrão da média.

Para a massa seca da parte aérea, da raiz e total observa-se que houve tendência ao aumento do acúmulo das massas nas mudas de mamoeiro ‘Formosa’ conforme aumentou as doses de *Spirulina platensis* (Figura 3A, 3B e 3C). O acúmulo de MSPA, MSR e MST foi de 2,03; 0,86 e 2,90 g para as mudas de mamoeiro ‘Formosa’ que receberam 2,0% de *Spirulina platensis*, respectivamente. Assim, constata-se que a adubação foliar a base de *Spirulina platensis* não proporciona maior acréscimo na atividade fisiológica e, conseqüentemente no acúmulo de massa seca nas mudas de mamoeiro. Rocha et al. (2017), verificaram que o aumento das concentrações do Spirufert® até 4% aplicado via foliar na produção de mudas de mamoeiro não proporcionou efeito significativo para as variáveis, massa seca da parte aérea, raiz e total.

De acordo com Silva et al. (2017), avaliando o efeito do extrato da microalga *Spirulina platensis* na cultura da alface, constataram que as concentrações do extrato não influenciaram nas variáveis MSPA, MSR e MST das plantas de alface nas concentrações testadas. Mas,

quando utilizadas concentrações do extrato superiores a 1,5% de *Spirulina platensis* observaram uma redução no crescimento das plantas.

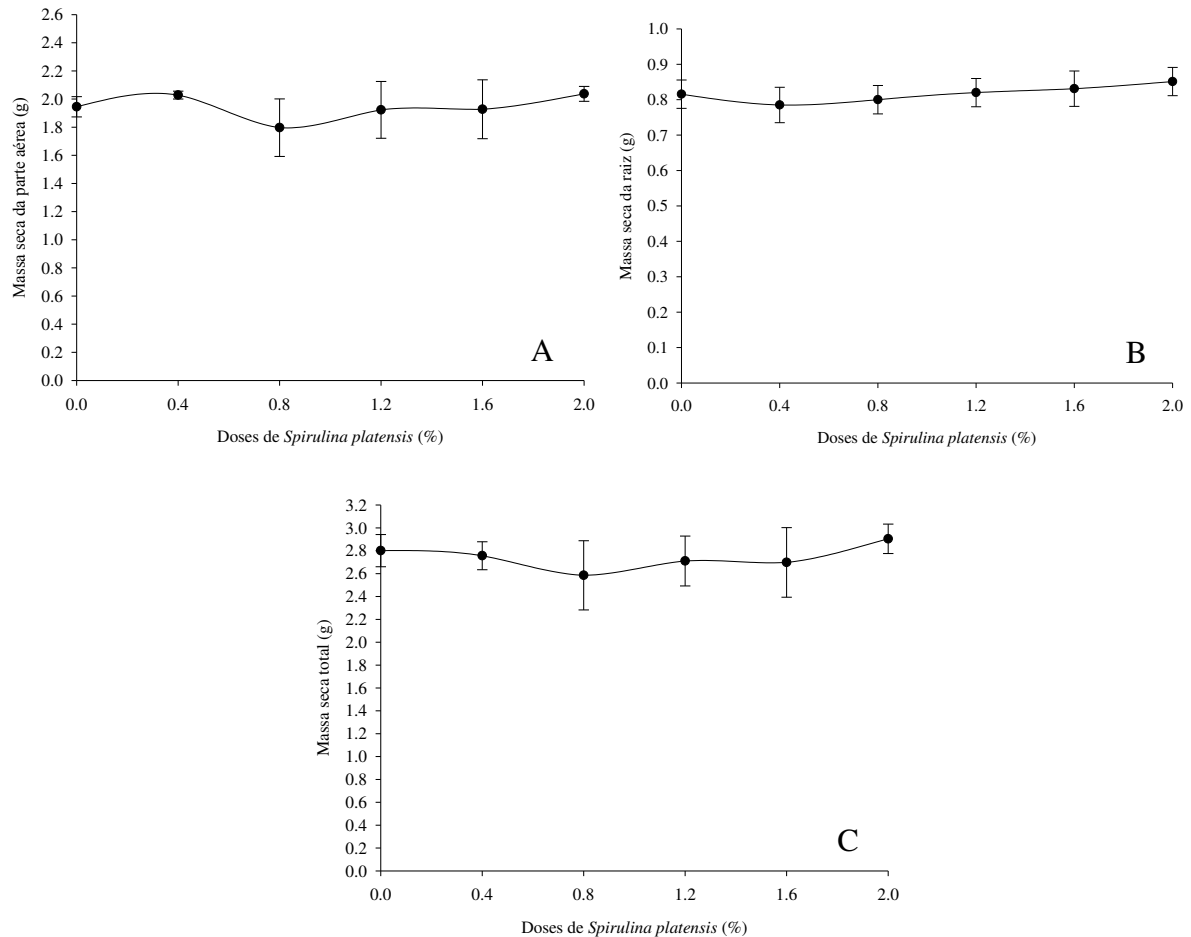


Figura 3. Massa seca da parte aérea (A), massa seca da raiz (B) e massa seca total (C) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018. A barra vertical representa o desvio padrão da média.

Para a variável comprimento da raiz, observou-se que a dose de 0,4% proporcionou as melhores médias das mudas de mamoeiro, sendo constatado um crescimento de 31,16 cm. Porém, doses superiores a 0,4%, provavelmente, tenham influenciado negativamente o crescimento do sistema radicular (Figura 4A). Guimarães et al. (2012), avaliando diferentes concentrações do extrato de alga Raiza® em mudas de mamoeiro não observou efeito significativo, porém, observou-se em termos de valores absolutos, aumento no sistema radicular com o incremento na concentração do produto. Comportamento semelhante ao CR foi observado para a relação raiz/parte aérea, onde observou-se que a dose de 0,8% de *Spirulina platensis* proporcionou uma relação de 2,82 (Figura 4B). A ausência de diferença significativa indica que as mudas apresentaram o mesmo padrão de distribuição de massa seca entre os dois órgãos, independentemente da dose de *Spirulina platensis* aplicada via foliar. Segundo Caldeira

et al. (2008) é importante analisar essa relação quando as mudas vão para o campo, pois a parte aérea das mudas não deve ser muito superior que a da raiz em função dos possíveis problemas no que se refere a absorção de água para a parte aérea.

No entanto, quando avaliado o IQD observa-se que foi influenciado positivamente pela elevação das doses de *Spirulina platensis* aplicado via foliar nas mudas de mamoeiro, constatou-se, que a dose de 2,0% de *Spirulina platensis* proporcionou um IQD de 0,56; uma vez que, quanto maior o índice de qualidade de Dickson, melhor a qualidade das mudas (Figura 4B).

É possível que as soluções a base de *Spirulina platensis* aplicadas via foliar, não tenha apresentado os seus nutrientes prontamente disponíveis para as mudas de mamoeiro ou pode ter ocorrido baixa eficiência da absorção foliar pela cultura, aos componentes presentes, macronutrientes e micronutrientes, devido ao provável fechamento de estômatos, em virtude da temperatura muito elevada que as mudas de mamoeiro estavam submetidas durante o dia no interior da casa de vegetação.

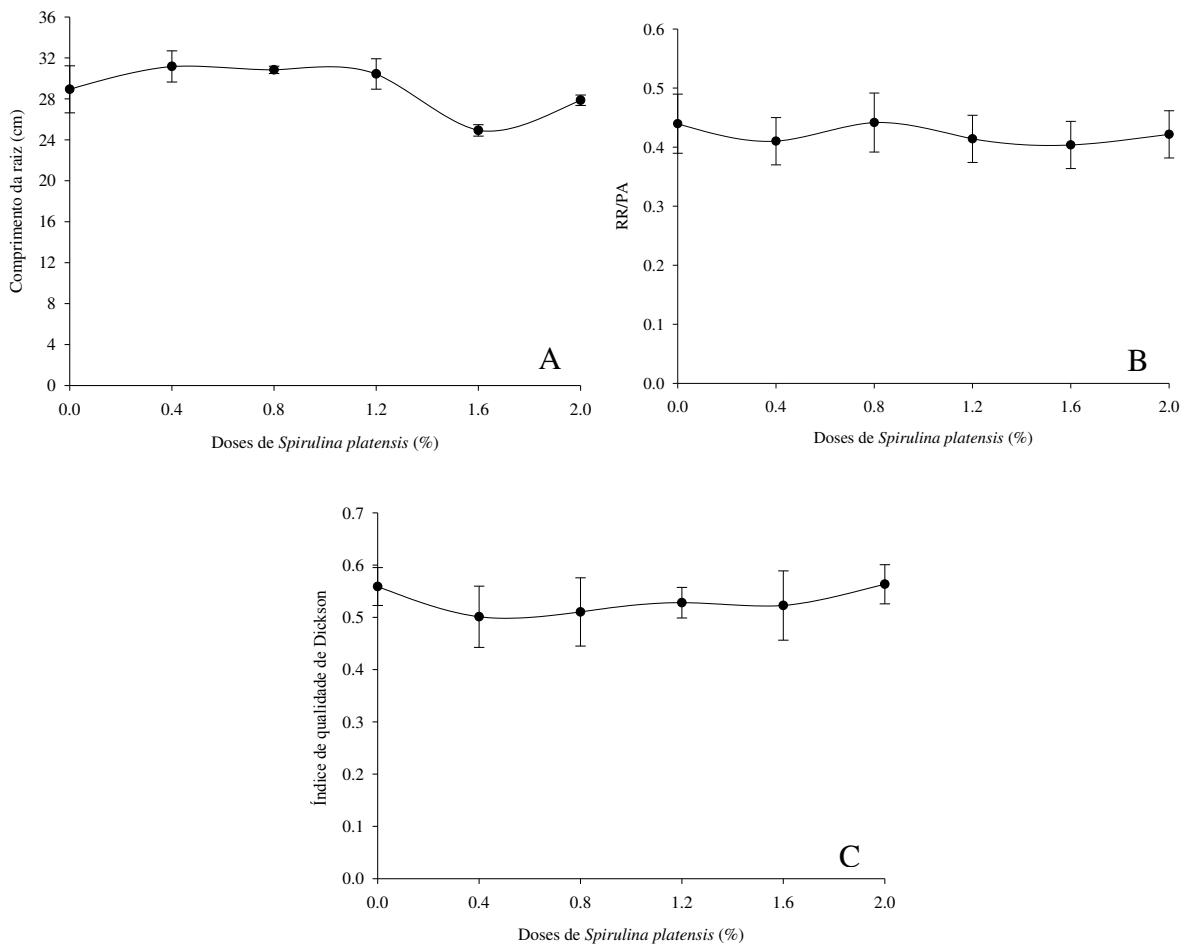


Figura 4. Comprimento da raiz (A), relação raiz/parte aérea (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018. A barra vertical representa o desvio padrão da média.

Observa-se que as mudas de mamoeiro que recebeu a dose de 1,6% de *Spirulina platensis* acumulou maior quantidade de N (5,20%). Para o fósforo observa-se, que a dose de 2,0% de *Spirulina platensis*, proporcionou o maior acúmulo de fósforo nas folhas (6,93 mg dm⁻³) (Tabela 6). Estes acréscimos nos teores de fósforo na matéria seca de folhas do mamoeiro foram proporcionados pelas crescentes aplicações de *Spirulina platensis*, favorecendo assim uma maior absorção pelas folhas, ocasionando aumentos deste nutriente nas folhas das mudas de mamoeiro.

Tabela 6. Resultados de análises de macronutrientes na parte aérea de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Doses (%)	Nitrogênio (%)	Fósforo (mg dm ⁻³)
0,0	5,00	6,61
0,4	4,80	6,32
0,8	5,00	6,45
1,2	4,30	7,19
1,6	5,20	6,90
2,0	4,90	6,93

Fonte: Análises realizadas no laboratório de solo do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG.

Experimento II

A emergência de plântulas iniciou-se aos 8 dias após a semeadura e foi até 12 dias DAS. No entanto, não foi observado efeito significativo para as variáveis porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência para o fator doses de *Spirulina platensis*. A imersão das sementes de mamoeiro ‘Papaya’ durante 5 minutos nas respectivas doses de *Spirulina platensis* não influenciaram de forma significativa.

De acordo com a análise de variância houve interação entre os fatores doses de *Spirulina platensis* e época de avaliação ao nível de 5% de probabilidade para a variável NF, e para o DC, AP e AF a 1% de probabilidade. No fator doses, houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para a variável NF e para as variáveis DC, AP e AF a 1% de probabilidade. O fator época de avaliação foi significativo para todas as variáveis, havendo efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância das variáveis número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP) e área foliar (AF) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis* e épocas de avaliações. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		NF	DC	AP	AF
Doses (D)	5	1,89*	4,81**	25,39**	27,56**
Resíduo	24	0,53	0,14	0,70	0,63
Épocas de avaliação (E)	4	306,67**	143,44**	568,20**	698,30**
C x E	20	0,44*	0,77**	2,15**	6,64**
Resíduo	96	0,25	0,03	0,09	0,17
CV (D, %)	-	10,09	9,52	9,73	11,82
CV (E, %)	-	6,96	4,45	3,53	6,13

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ns não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

Foram observados comportamento linear crescente para as variáveis NF, DC, AP e AF ao longo das épocas de avaliações (Figura 5). Em relação ao número de folhas constatou-se que

as mudas provenientes da dose de 0,8% de *Spirulina platensis* passou de 3,11; aos 20 dias DAS, para 11,53; aos 52 dias DAS, proporcionando um aumento de 8,42; sendo superior as demais doses utilizadas (Figura 5A). Ramya et al. (2015), trabalhando com *Solanum melongeno*, apresentou resultados semelhantes ao encontrado nesta pesquisa. Onde observaram que a aplicação foliar na concentração de 1,5% de *Marginatum stoechospermum* proporciona maior crescimento das plantas de berinjela devido à presença de elementos como macronutrientes e micronutrientes, hormônios de crescimento, oligoelementos e vitaminas.

Quanto ao diâmetro do caule observa-se que a dose de 0,4% de *Spirulina platensis* passou de 1,33 mm, aos 20 dias após a semeadura, para 8,06 mm, aos 52 dias DAS, proporcionando um aumento de 6,73 mm, sendo superior as demais doses (Figura 5B). Trabalho realizado com mamoeiro 'Formosa', demonstrou resultados divergentes, onde aplicações realizadas com fertilizante Spirufert® até concentração de 4% não proporcionou efeito significativo para o diâmetro do caule (ROCHA et al., 2017).

Quanto à altura de plantas, constata-se (Figura 5C), assim como para NF e DC, que o as avaliações ao longo do tempo proporcionou incremento na AP do mamoeiro durante a fase de produção de mudas e, segundo equação de regressão, a dose de 0,8% promoveu maior AP. A altura das mudas do mamoeiro 'Papaya' passou, em média de 3,91 cm, aos 20 dias após o semeio, para 16,22 cm, aos 52 DAS, quando utilizado 0,8% de *Spirulina platensis*. Estes resultados corroboram com Garcia-Gonzalez e Sommerfeld (2016) estudando a utilização de biofertilizante a base da microalga *Dimorphus acutodesmus*, onde observaram que a aplicação de 3,75 g via foliar proporcionou maior altura de plantas de tomateiro.

A área foliar passou, em média de 0,68 cm², aos 20 dias após o semeio, para 15,45 cm², aos 52 DAS, na dose de 0,4% de *Spirulina platensis*, proporcionando um aumento de 14,76 cm² (Figura 5D). Segundo Sá et al. (2013) o estudo da área foliar é a variável mais importante para o estudo de plantas de mamoeiro, pois permitir detectar plantas tolerantes à salinidade. Como a folha é o principal órgão responsável pelo processo de transpiração, o conhecimento sobre a área foliar é importante para avaliar e acompanhar o crescimento vegetal e a perda de água pela planta (POSSE et al., 2009).

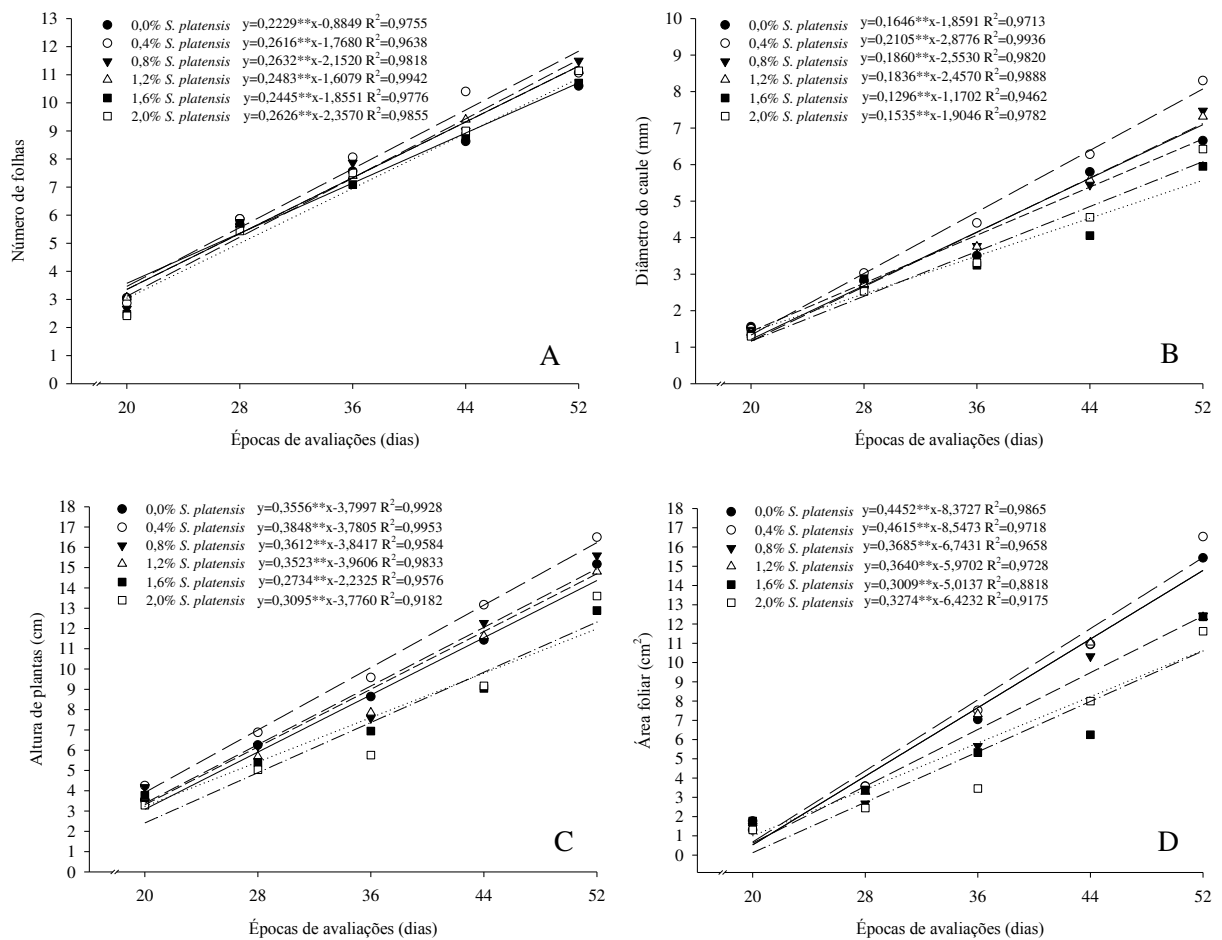


Figura 5. Número de folhas (A), diâmetro do caule (B), altura de plantas (C) e área foliar (D) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis* e épocas de avaliações. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Conforme dados dos resultados da análise de variância, observa-se que houve efeito significativo das doses de *Spirulina platensis* para as variáveis MFPA, MFR e MFT. Para as variáveis CR, MSPA, MSR, MST, RR/PA e IQD não houve efeito significativa das doses de *Spirulina platensis* aplicadas via foliar nas mudas de mamoeiro ‘Papaya’ a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância das variáveis comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), relação parte aérea raiz (RR/PA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio								
		CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MFT	MST	RR/PA	IQD
Doses	5	1,43 ^{ns}	16,12 ^{**}	15,14 ^{**}	0,09 ^{ns}	0,05 ^{ns}	36,72 ^{**}	0,21 ^{ns}	6,37 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Resíduo	24	0,91	3,13	0,33	0,07	0,01	1,43	0,10	4,13	0,008
CV (%)	-	4,38	8,18	7,95	18,10	20,49	6,91	14,78	12,5	19,24

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ns não significativo a 5%; CV- coeficiente de variação.

O maior acúmulo de massa fresca da parte aérea (11,86 g) foi observado com a aplicação de 0,8% de *Spirulina platensis* (Figura 6A), sendo em média 29,84% superior à testemunha. Doses a partir de 0,8% promoveram redução para esta variável, num decréscimo de 35,91% em relação a maior dose (2%). Em relação a massa fresca da raiz, a testemunha apresentou a maior média (9,31 g) (Figura 6B). Observou-se que doses de *Spirulina platensis* proporcionou redução no acúmulo de massa fresca das mudas de mamoeiro. O maior acúmulo de massa fresca total (19,71 g) foi observado com a aplicação de 0,8% de *Spirulina platensis*. Sendo constatado um incremento de 7,85 g quando comparado com a testemunha (Figura 6C). Estes resultados corroboram com os relatados por Dias et al. (2016), nos quais pequenas quantidades do extrato a base de *Spirulina platensis* afetam o metabolismo celular vegetal, influenciando positivamente o crescimento e desenvolvimento das plantas de berinjela.

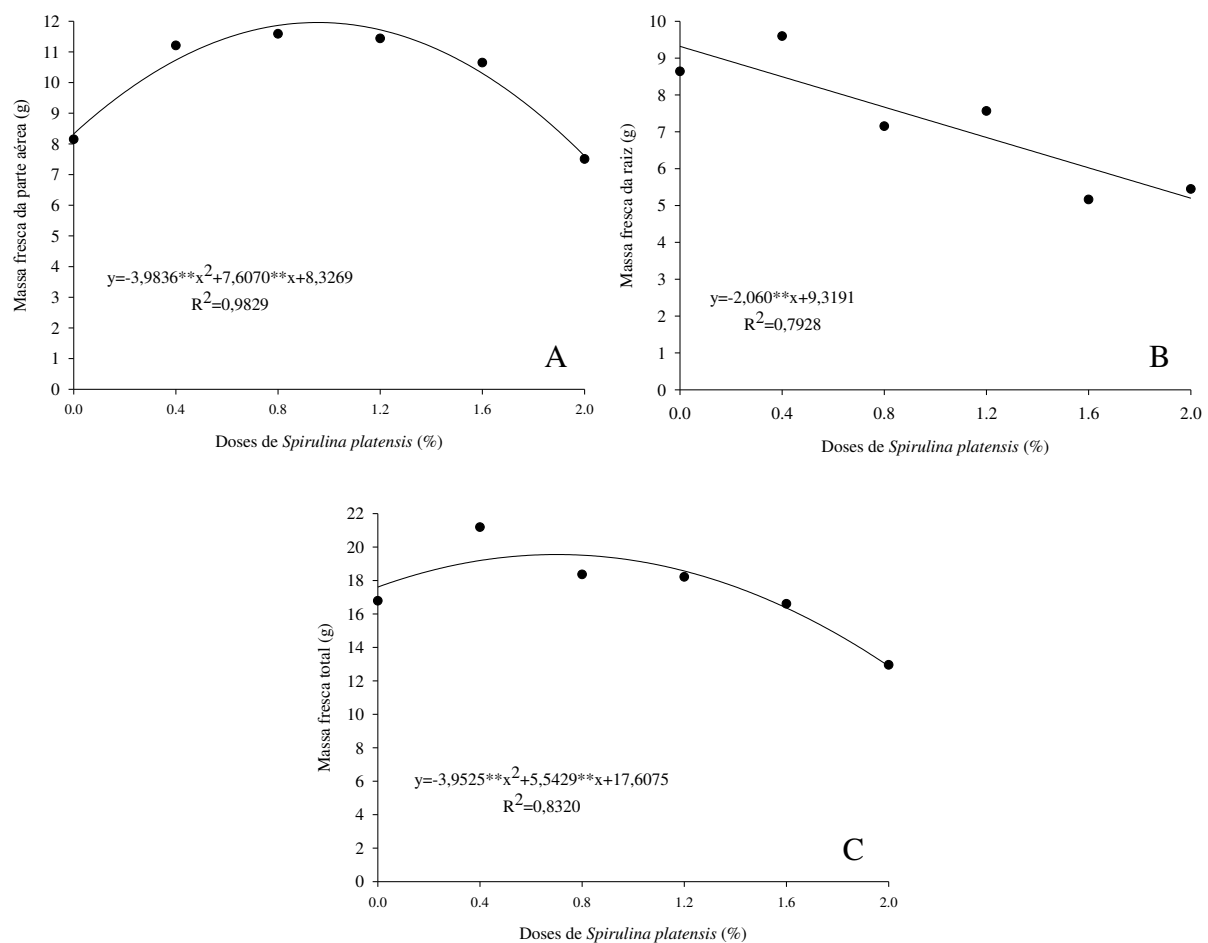


Figura 6. Massa fresca da parte aérea (A), massa fresca da raiz (B) e massa fresca total (C) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Para a massa seca da parte aérea, da raiz e total observa-se que houve tendência ao declínio no acúmulo das massas nas mudas de mamoeiro ‘Papaya’ conforme aumentou as doses de *Spirulina platensis* (Figura 7A, 7B e 7C). Garcia-Gonzalez e Sommerfeld (2016) estudando aplicação da microalga *Acutodesmus dimorphus* em tomateiro, observaram que tratamentos foliares resultaram em maior crescimento da planta em comparação com o grupo controle. As pulverizações realizada via foliar, cuja concentrações eram 50% ou 3,75 g mL⁻¹ e 7,5 g mL⁻¹ para 100 mL, levou a maior desenvolvimento das flores, maior número de ramos e altura das plantas. Porém, quando realizada pulverizações foliares de concentrações mais elevadas 75% e 100%, resultaram em menor desenvolvimento das flores, menor número de ramos e uma ligeira diminuição da altura da planta em comparação com o tratamento foliar com 50% de concentração de extrato.

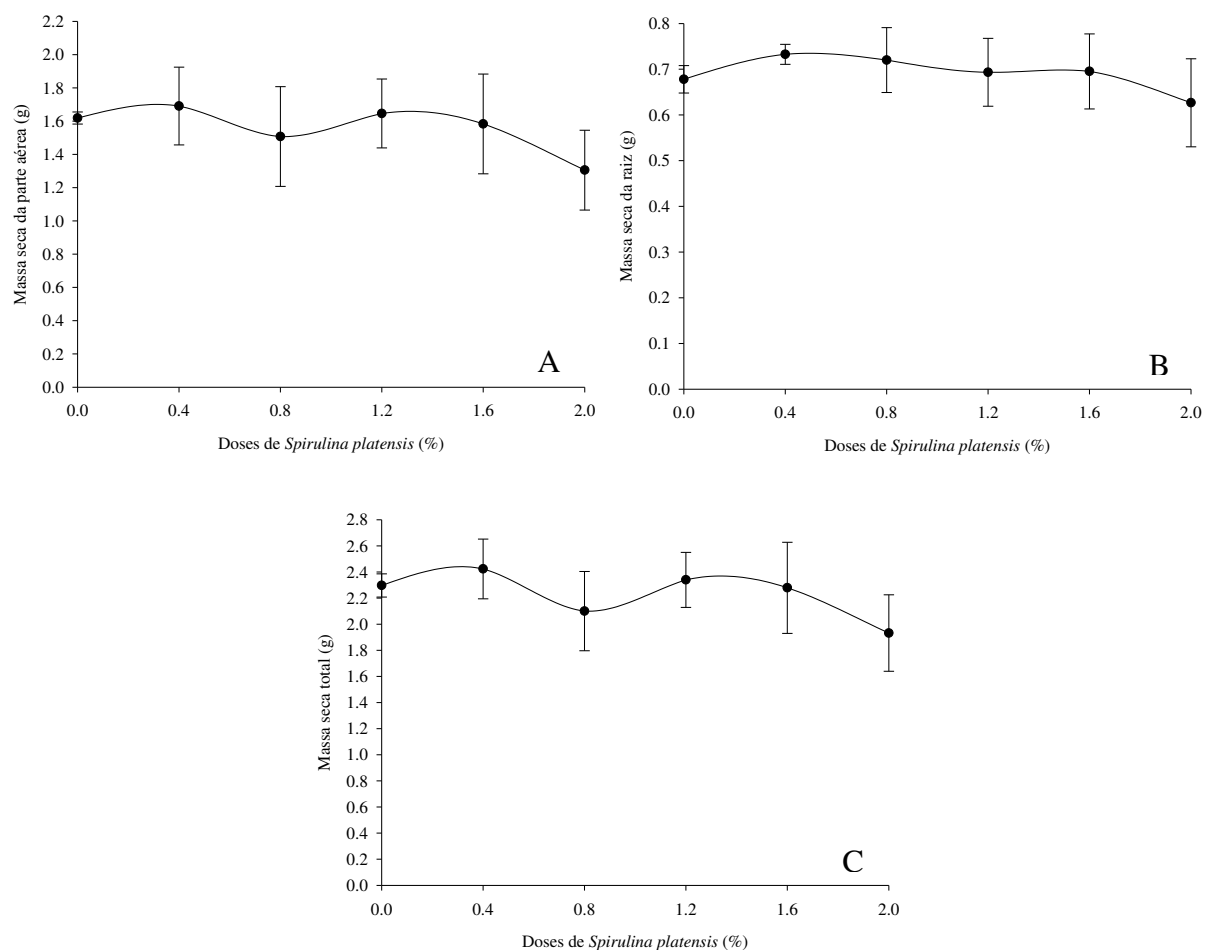


Figura 7. Massa seca da parte aérea (A), massa seca da raiz (B) e massa seca total (C) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018. A barra vertical representa o desvio padrão da média.

Para a variável comprimento da raiz e índice de qualidade de Dickson, observou-se que a dose de 0,4% proporcionou as melhores médias das mudas de mamoeiro, sendo constatado um crescimento de 22,30 cm e 0,56; respectivamente. Porém, doses superiores a 0,4%, provavelmente, tenham influenciado negativamente o crescimento das mudas, afetando diretamente as variáveis estudadas (Figura 8A e 8C). Segundo Elarroussi et al. (2016) estudando aplicações de *Spirulina platensis* no crescimento de plantas de tomate e pimenta, observaram que as aplicações foliares com 3 g L⁻¹ proporcionou um crescimento do sistema radicular de 20 a 30% em comparação com a testemunha.

Para a relação raiz/parte aérea apresentou maior relação para a dose de 2,0% de *Spirulina platensis*, onde observou-se uma média de 5,08 (Figura 8B). No entanto, observa-se que a ausência de significância indica que os órgãos das plantas apresentaram o mesmo padrão de distribuição.

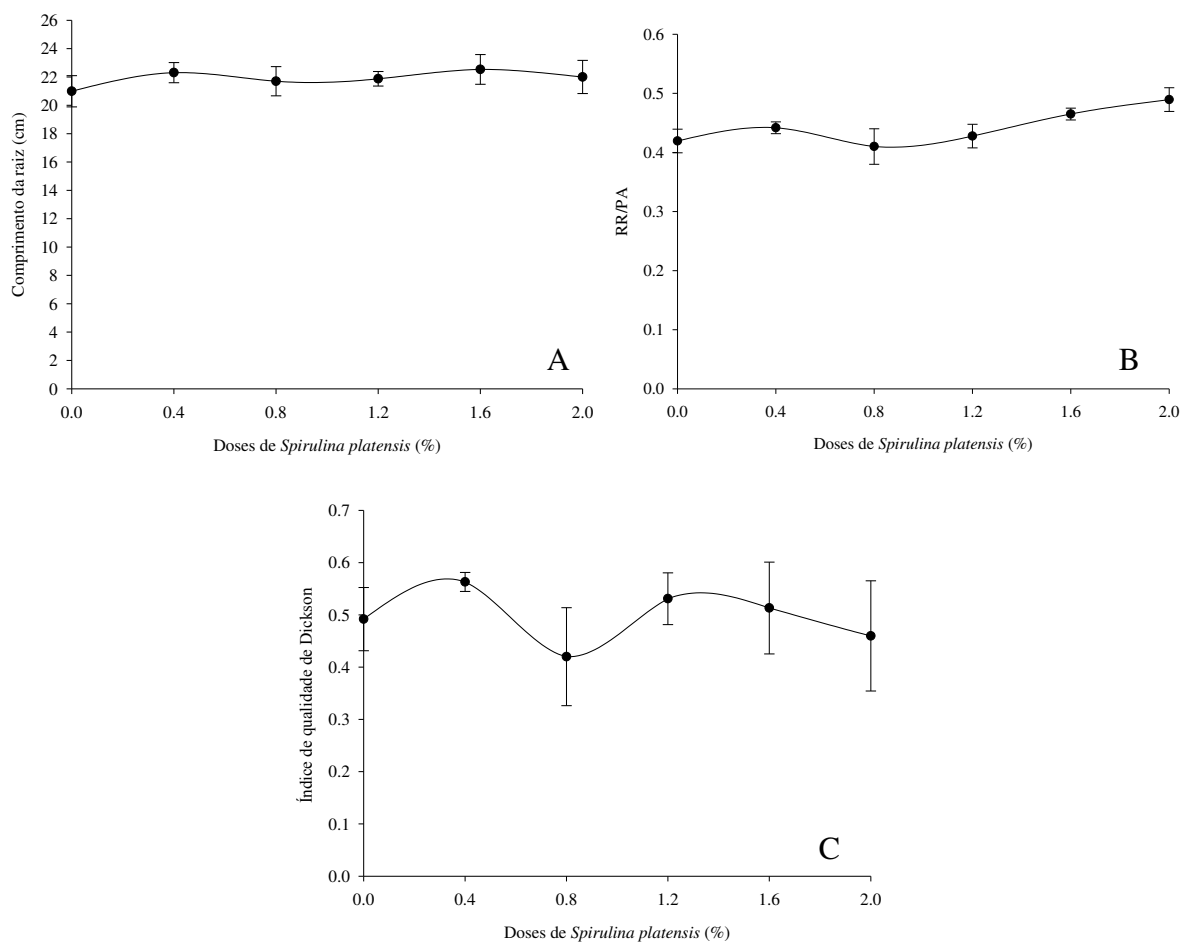


Figura 8. Comprimento da raiz (A), relação raiz/parte aérea (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018. A barra vertical representa o desvio padrão da média.

Observa-se que as mudas de mamoeiro que recebeu a dose de 2,0% de *Spirulina platensis* acumulou maior quantidades de N (5,90%). Para o fósforo observa-se, que a testemunha acumulou maior quantidade de fósforo (12,08 mg dm⁻³) (Tabela 9). O acréscimo de N nas folhas de mamoeiro foram proporcionados pelas crescentes aplicações de *Spirulina platensis*, favorecendo assim uma maior absorção pelas folhas, ocasionando aumento deste nutriente nas folhas. Porém, o acúmulo de fósforo nas folhas não foram influenciadas pelas aplicações de *Spirulina platensis*, sendo observado que as mudas que não receberam aplicações foliares apresentaram maiores quantidades de fósforo nas folhas.

Tabela 9. Resultados de análises de macronutrientes na parte aérea de mudas de mamoeiro ‘Papaya’ em função de diferentes doses de *Spirulina platensis*. UFCG, Pombal-PB, 2018.

Doses (%)	Nitrogênio (%)	Fósforo (mg dm ⁻³)
0,0	4,10	12,08
0,4	4,60	10,04
0,8	5,00	11,76
1,2	4,90	10,49
1,6	4,90	10,49
2,0	5,90	10,41

Fonte: Análises realizadas no laboratório de solo do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG.

4. CONCLUSÕES

Verificou-se que a imersão das sementes nas doses de *Spirulina platensis* não influenciou significativamente o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de emergência.

O biofertilizante a base de *Spirulina platensis* aplicado via foliar na cultura de mamoeiro ‘Formosa’ sob as condições em que foi produzida as mudas, não influencia em seu crescimento.

Para as mudas de mamoeiro ‘Papaya’ influência de forma positiva para as variáveis massa fresca das folhas, raiz e total.

As dose de 1,6% e 2,0% de *Spirulina platensis* proporcionou maior acúmulo de N e P, respectivamente, na massa seca das folhas de mamoeiro ‘Formosa’.

A dose de 2,0% e controle proporcionou maior acúmulo de N e P, respectivamente, na massa seca das folhas de mamoeiro ‘Papaya’.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANO, F.G.; CAVALCANTE, Í.H.; MACHADO, J.S.; LACERDA, C.F.D.; SILVA, E.R. D.; SOUSA, H.G.D. New substrate containing agroindustrial carnauba residue for production of papaya under foliar fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.2, p.128-133, 2017.

BARROS, C.M.B. **Substratos e adubação foliar com biofertilizante na produção de mudas de maracujazeiro e mamoeiro**. 2011. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2011.

BRASIL. Decreto nº. 4.954, de 14 de Janeiro de 2004. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 15 de jan. 2004. Seção 1, p.2. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do>>. Acesso em: 29 de novembro de 2014.

BRITO, V.N.; TELLECHEA, F.R.F.; HEITOR, L.C.; FREITAS, M.S.M.; MARTINS, M.A. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá. **Ciência Florestal**, v.27, n.2, p.485-497, 2017.

CALDEIRA, M.V.; ROSA, G.N. FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v.9, n.1, p. 27-33, 2008.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v.36, p.10-13,1960.

ELARROUSSIA, H.; ELMERNISSIA, N.; BENHIMAA, R.; EL KADMIRIA, I.M.; BENDAOU, N. Microalgae polysaccharides a promising plant growth biostimulant. **Journal of Algal Biomass Utilization**, v.7, n.4, p.55-63, 2016.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Estatistical: Databases Agriculture*, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>>. Acesso em: 28 de novembro de 2017.

GARCIA, K.G.V.; SILVA, C.P.; CUNHA, C.S.M.; NASCIMENTO, C.D.V.; TOSTA, M.S. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) no desenvolvimento de porta-enxertos de cajueiro. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18, p.1706-1715, 2014.

- GARCIA-GONZALEZ J.; SOMMERFELD, M. Biofertilizer and biostimulant properties of the microalgae *Acutodesmus dimorphus*. **Journal of Applied Phycology**, v.28, n.2, p.1051-1061, 2016.
- GUIMARÃES, I.P.; BENEDITO, C.P.; CARDOSO, E.A.; PEREIRA, F.E.C.B.; OLIVEIRA, D.M. Avaliação do efeito do uso do extrato de alga (raiza®) no desenvolvimento de mudas de mamão. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15, p.312-320, 2012.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983, 174 p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- OLIVEIRA, J.; MÓGOR, G.; MÓGOR, Á. Produtividade de beterraba em função da aplicação foliar de biofertilizante. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, nov. 2013.
- OLIVEIRA, L.A.A.; GÓES, G.B.; MELO, I.G.C.; COSTA, M.E.; SILVA, R.M. Uso de extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.2, p.1-4, 2011.
- OLIVEIRA, F.S.; FARIAS, O.R.; NOBRE, R.G.; FERREIRA, I.B.; FIGUEREDO, L.C.; OLIVEIRA, F.S. Produção de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ com diferentes doses de esterco ovino. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.58, n.1, p.52-57, 2015.
- POSSE, R.P.; SOUSA, E.F.; BERNADO, S.; PEREIRA, M.G.; GOTTARDO, R.D. Área foliar total de papaias estimada por um método não destrutivo. **Scientia Agrícola**, v.66, n.4, p.462-466, 2009.
- RAMYA, S.S.; VIJAYANAND, N.; RATHINAVEL, S. Foliar application of liquid biofertilizer of brown alga *Stoechospermum marginatum* on growth, biochemical and yield of *Solanum melongena*. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v.4, n.3, p.167–173, 2015.
- ROCHA, R.H.C.; LIMA, J.F.; FURTUNATO, T.C.S.; MEDEIROS JUNIOR, F.J.; GUEDES, W.A.; ALMEIDA, R.S. Biomass and physiology of papaya seedlings produced under leaf fertilization with *Spirulina platensis*. **Científica**, v.45, n.4, p.398-405, 2017.

SÁ, F.V.S.; MESQUITA, E.F.; BERTINO, A.M.P.; SILVA, G.A.; COSTA, J.D. Biofertilizantes na produção hidropônica de mudas de mamoeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.3, p.109-116, 2013.

SILVA, C.S.; ARRAIS, Í.G.; ALMEIDA, J.P.N.; DANTAS, L.L.G.R.; FRANCISCO, S.O.; MENDONÇA, V. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.234-247, 2016.

SILVA, D.S.O.; NÓBREGA, J.S.; ROCHA, R.H.C.; ARAÚJO, J.L.; GUEDES, A.G.; LIMA, J.F. Produção, aspecto nutricionais e fisiológicos de alface sob adubação foliar com *Spirulina platensis*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n.1, p.41-47, 2017.

SOUZA, L.D.; SOUZA, L.S.; LEDO, C.A.S. CARDOSO, C.E.L. Distribuição de raízes e manejo do solo em cultivo de mamão nos Tabuleiros Costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.12, p.1937-1947, 2017.

TEIXEIRA, G.A.; SOUZA, H.A.; MENDONÇA, V.; RAMOS, J.D.; CHALFUN, N.J.; FERREIRA, E.A.; MELO, P.C. Produção de mudas de mamoeiro 'Formosa' em substratos com doses de *Lithothamnium*. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.16, n.2, p.220-229, 2009.