

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA 'PALUMA' COM REVESTIMENTO BIODEGRADÁVEL À BASE DE *SPIRULINA PLATENSIS* E FÉCULA DE MANDIOCA

Airan Miguel
airanmiguel@gmail.com

Valter Rubens Alcantara Santos Sobrinho
valterrubensa@gmail.com

Resumo: O biofilme produzido a base *Spirulina platensis* tem se mostrado uma alternativa viável na conservação da pós colheita de frutos, está microalga rica em proteínas que apresenta composição apropriada para utilização como complemento alimentar. O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes biofilmes de: *Spirulina platensis* e fécula de mandioca sob temperatura ambiente como revestimento biodegradável na conservação pós-colheita de goiaba 'Paluma'. O ensaio foi desenvolvido na Universidade Federal de Sergipe, no laboratório de ecofisiologia e pós-colheita instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema factorial 4x5 sendo, quatro tratamentos (T1-controle; T2-fécula 4%; T3-fécula 4% e Spirulina 1%; T4- Spirulina 1%) e cinco períodos de avaliação (0,3,6,9 e 12 dias). O biofilme elaborado a partir da fécula de mandioca à 4% foi mais eficiente na conservação da goiaba var. "paluma", para os parâmetros de perda de massa, coloração de casca e firmeza. Não interferindo no ph, sólidos solúveis e acidez titulável.

Palavras: Chave: *Psidium guajava* L, microalga, biofilme.

INTRODUÇÃO

A cultura da goiaba (*Psidium guajava* L.) tem destaque na fruticultura brasileira com produção total de 460.515 toneladas, os estados com maior produção de goiaba são São Paulo e Pernambuco. (IBGE, 2017) [1], é uma cultura muito resistente, que tolera altas temperaturas e seca, principalmente na região do semiárido (FORATO *et al.*, 2015) [2]. Possui alto teor de vitamina C e é bastante utilizada para produção de doces, xarope, sucos, néctares e consumo in natura (PATIL *et al.*, 2014) [3].

Atualmente um dos grandes desafios da fruticultura brasileira é a preservação da qualidade da fruta após a colheita (RANA *et al.*, 2015; BOTELHO *et al.*, 2016) [4][5]. apresenta uma alta taxa respiratória amadurece rapidamente, entrando em senescência durante o armazenamento à temperatura ambiente (HONG *et al.*, 2012; VISHWASRAO & ANANTHANARAYAN, 2016)[6][7].

Para minimizar esse efeito existem diferentes técnicas de conservação da qualidade dos frutos como: refrigeração, atmosfera modificada e controlada, revestimentos poliméricos (ALMEIDA, 2010; LI *et al.*, 2018) [8] [9].

Os métodos convencionais de conservação de frutas e hortaliças, como resfriamento e materiais plásticos, garantem uma proteção adequada, porém, agregam custos e problemas ambientais. Já os revestimentos ativos (comestíveis e biodegradáveis), podem ser utilizados para inibir a transpiração e a perda de massa (BOTREL *et al.*, 2010) [10] e redução da atividade metabólica (LUVIELMO; LAMAS, 2012) [11]. Além destas vantagens, esses revestimentos conferem aparência brilhante e atraente do produto (STULP *et al.*, 2012) [12].

A utilização da *Spirulina platensis* vem sendo estudada devido aos seus múltiplos benefícios para a saúde humana (MICHALAK *et al.*, 2017) [13]. Trata-se de uma microalga, cuja composição permite ser utilizada como complemento alimentar, destacando-se na sua composição, alta concentração de proteína entre 60 e 70%, aminoácidos essenciais, altas concentrações de vitaminas A, B12 e

β -caroteno, bem como 4 a 7% de lipídios, sendo esses ácidos graxos essenciais, exemplo, ácido linoleico, ácido linolênico, ômega 3 e 6, e ácidos graxos poli-insaturados (FIGUEIRA, 2010; KORU, 2012; PENTÓN-ROL *et al.*, 2018) [14] [15] [16].

A *Spirulina* possui várias aplicações na área agrônômica. Por esse motivo vem sendo intensamente estudada em novas linhas de pesquisas, como o desenvolvimento de biofilmes estruturais, para o recobrimento de frutos na fase de pós-colheita. Muitos estudos têm focado na biofertilização e bioestimulação de plantas na fase de cultivo (GODLEWSKA *et al.*, 2016; MICHALAK *et al.*, 2017; SALEHI *et al.*, 2017) [17] [13] [18]. Recentemente o biofilme feito com a biomassa de *Spirulina* vem despertando o interesse para o desenvolvimento de componentes que aumente a vida útil dos frutos, por entender que os frutos são extensões dos vegetais, e respondem as aplicações de biomassas em suas superfícies (ONIAS *et al.*, 2018; TEODOSIO *et al.*, 2018) [19] [20].

O uso da fécula de mandioca vem sendo amplamente utilizado na conservação da pós-colheita de frutos (ALMEIDA, 2010; SANTOS *et al.*, 2011) [8] [21]. Em razão da sua alta disponibilidade, formação de solução viscosa (mucilagem) uma característica importante para formação de biofilme, além de ser biodegradável e de baixo custo.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do biofilme à base de *Spirulina platensis* e fécula de mandioca na conservação de frutos de goiaba var. 'Paluma'.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de goiaba da variedade 'Paluma', foram obtidos na Central de Abastecimento (CEASA), no município de Aracaju, Sergipe, Brasil. Optando-se por frutos fisiologicamente maduros, dentro de um padrão de cor e tamanho. Em seguida

foram encaminhados ao laboratório de Ecofisiologia e pós-colheita (ECOPOC) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), local onde foi conduzido o experimento.

Ao chegar no laboratório realizou-se a sanitização dos frutos com hipoclorito de sódio na concentração 2% por 10 minutos, e secagem a temperatura ambiente ($\pm 25^\circ \text{C}$). Após isso realizou-se uma triagem tomando como referência frutos que apresentavam valores aproximados de -20,0 do matiz *a. além da pesagem que selecionou frutos com média de peso de 117 g. feito isso, os tratamentos foram constituídos de frutos aleatoriamente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro tratamentos (controle; FM 4%-fécula de mandioca 4%; FM 4%+Sp1%-féculademandioca4%e*Spirulina platensis* 1%; Sp 1%- *Spirulina platensis* 1%) em cinco períodos de avaliação (0, 3, 6, 9 e 12 dias), com quatro repetições.

Para produção do biorrevestimento a base de *Spirulina platensis* pesaram-se 10 gramas da referida microalga e fez-se a diluição em 1 litro de água. O biofilme a base de fécula de mandioca utilizou-se 40 gramas por litro. Já o composto *Spirulina platensis* mais fécula de mandioca dilui-se, 10 g e 40 g, respectivamente, em um litro de água.

O processo de formação se deu por geleificação, em que as soluções preparadas são aquecidas a 70°C sob a agitação constante por 15 minutos. Após o resfriamento das soluções, os frutos foram imersos por um minuto nas soluções geleificadas (0%, fécula à 4%, *S. platensis* à 1%+fécula à 4%, e por fim *S. platensis* à 1%), e mantidos em temperatura ambiente, por 12 dias. As variáveis avaliadas foram: coloração dos frutos, perda de massa, firmeza, teor de sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável total. Os ensaios de determinação de cor foram realizados através de colorímetro Minolta CR- 400, previamente calibrado em

superfície branca de acordo com padrões pré-estabelecidos (BIBLE; SINGHA, 1997) [22]. A medição foi realizada diretamente na superfície do fruto, em três regiões distintas. Foram avaliados três parâmetros de cor: L^* , a^* e b^* . O valor de a^* caracteriza coloração na região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$), o valor b^* indica coloração no intervalo do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$). O valor L^* nos fornece a luminosidade, variando do branco absoluto ($L^*=100$) ao preto absoluto ($L^*=0$) (HARDER, 2005) [23].

A verificação da massa do fruto foi realizada no 0, 3, 6, 9 e 12 dias, com auxílio de balança semi-analítica. A determinação da perda de massa (PM) do fruto foi realizada através do cálculo pela equação: $PM (\%) = 100 - (\text{massa do fruto final} \times 100) / \text{massa do fruto inicial}$.

A firmeza foi realizada com auxílio de um penetrômetro digital, com ponteira de 8mm, que expressa unidade em Newton (N). O teor de sólidos solúveis totais foi determinado em ($^{\circ}$ Brix) usando o refratômetro digital (AOAC, 1997) [24]. O pH foi aferido no extrato aquoso, conforme recomendação do AOAC (1997) [24]. Acidez titulável total foi mensurada por meio da titulação do suco com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1M e expressa em porcentagem de ácido cítrico, o indicador usado foi a fenolftaleína (AOAC, 1997) [24]. Os tratamentos com *Spirulina platensis* 1% + fécula de mandioca 4% (Sp 1%+ FM 4%) e fécula de mandioca a 4% (FM 4%) apresentaram menores perdas de massa fresca (PMF) com 21,27% e 16,26%, após 12 dias de armazenamento. Já o controle e tratamento com *Spirulina platensis* à 1% (Sp 1%) foram os de maiores PMF ao longo do tempo do experimento, com 26,12% e 28,32%, respectivamente, este último pode ser justificado pelo tempo de imersão dos frutos. Segundo Onias et al. (2018), os tratamentos com frutos revestidos tendem a ter maior tempo de conservação que frutos

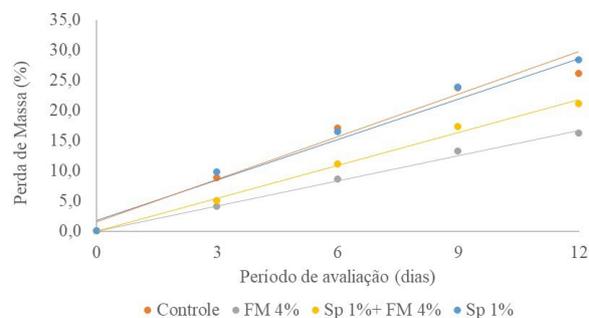
sem revestimentos uma vez que estes atuam positivamente no retardamento da perda de massa. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e aplicado o Teste de Tukey e regressão com significância de 5%, pelo programa SISVAR versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perda de massa

Os frutos após a colheita apresentam uma série de transformações físicas, bioquímicas e microbiológicas, o que confere mudanças importantes. E a perda de massa é um parâmetro físico de relevância para o produtor como consumidor, uma vez que sua comercialização é feita em unidade de massa.

De modo geral os frutos de goiaba apresentaram uma perda de massa crescente ao longo do tempo de armazenamento (figura 1), processo natural que ocorre pela perda de água e gases através da respiração e da transpiração dos frutos.



$$T1 y = 2,2347x + 1,7496 \quad R^2 = 0,9649^{**} \quad T3y = 1,8215x + 0,0007 \quad R^2 = 0,9947^{**}$$

$$T2 y = 1,3914x + 0,0657 \quad R^2 = 0,9958^{**} \quad T4 y = 2,3572x + 1,5294 \quad R^2 = 0,9848^{**}$$

Figura 1 - Perda de Massa fresca (%) em frutos de goiaba, no período de 12 dias de armazenamento sobre biofilmes a base de *Spirulina* e fécula de mandioca

A adição de *Spirulina platensis* a solução de fécula de mandioca pode ter conferido uma maior porosidade para o biofilme visto que a solução de 1% de *Spirulina platensis* apresentou granulação fina. Este fator pode explicar diferença entre o tratamento FM

4% e Sp1%+ FM 4%, em que um biofilme mais poroso permitiu uma maior troca de gases e perda água. Já para o tratamento Sp 1%, essa granulação da solução, pode ter interferido na respiração e diminuído a perda de massa o que explica a menor inclinação da reta de PMF desse tratamento em relação ao controle. As concentrações de proteínas, carboidratos, aminoácidos e minerais contidos no *S. platensis* (ONIAS *et al.*, 2018)[19], são responsáveis por promover efeitos bioativos em frutos, principalmente na regulação da transpiração e redução de perda de massa (OLIVEIRA *et al.*, 2018)[25].

A composição da biomassa da *Spirulina platensis* possui muitos compostos que promovem plastificação porosa e grade de interação com complexos proteicos, a exemplo PHBV (Polihidroxi butirato Valerato) permite a formação de cadeias de estruturação mecânica e interativa na superfície do fruto (MORAIS *et al.*, 2015) [26].

A solução feita a base de Spirulina possui boa solubilização em água e boa interação com a fécula de mandioca, e apresentaram bom recobrimento dos frutos de Goiaba, indicando que o biofilme formado apresentou um bom desempenho em relação a interação de complexos gelatinosos; e cadeias estruturais no recobrimento. As soluções preparadas a partir da biomassa de *Spirulina* foram de fácil formulação, por conter maior quantidade de proteínas com alta solubilidade em água, e outra parte hidrofóbica formando uma grade micelar para a estruturação do biofilme assim como encontrados por (ONIAS *et al.*, 2018)[19].

Firmeza

A firmeza dos frutos reduziu significativamente nos primeiros seis dias de armazenamento para o controle e se mantiveram sem alterações significativas até o 12º dia (tabela 1). O tratamento Sp 1%

reduziu de forma significativa até o terceiro dia de armazenamento em seguida manteve a firmeza, apresentando mesmo comportamento obtido por Onias *et al.*(2018)[19] para essa concentração de *S. platensis* no revestimento de goiaba 'Paluma'.

Os frutos dos tratamentos FM 4% e Sp 1% + FM 4% não tiveram alteração significativa na firmeza durante o período de armazenamento. No entanto, dos frutos do tratamento FM 4% foram mais firmes que os frutos do controle ao final de 12 dias de armazenamento.

Para a variável firmeza o T1- controle e o T4- Spirulina 1% perderam firmeza ao longo do tempo, a diminuição da firmeza ou amaciamento de frutos é decorrente da degradação da parede celular por meio do aumento de atividade enzimática, associada a outros processos, como hidrólise de amido e perda de água, contribuindo finalmente para o amaciamento do fruto.

Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis não apresentou variação significativa entre os tratamentos e ao longo do tempo (Tabela 2), o que corrobora com os valores encontrados por Cavalini *et al.* (2015)[27] e Azzolini *et al.* (2004)[28]. Estes autores afirmam que o teor de SST não apresenta capacidade discriminante para ser utilizado como índice de maturidade na goiaba, devido à baixa presença de amido para ser transformado em açúcares, o que faz com que haja pouca mudança no teor de SST em todo estágio de maturação. Porém os valores encontrados estão de acordo com o teor de graus Brix encontrado na literatura de no mínimo 7 (°Brix) para a goiaba.

Potencial Hidrogeniônico(pH)

Para o pH não houve diferença entre os tratamentos (tabela 3), bem como para a acidez titulavel (tabela 4). Porém no

controle, o pH diminuiu ao longo do tempo, os frutos se tornaram mais ácidos. Isso pode ocorrer devido ao processo fisiológico de maturação do fruto na qual os ácidos orgânicos são metabolizados pela via respiratória e convertidos em moléculas não ácidas (ONIAS *et al.*, 2018)[19].

Coloração de casca

Ao analisar a coloração L^* luminosidade para o controle não houve diferença ao longo do tempo de avaliação (tabela 5), no 3º dia de armazenamento o tratamento Sp 1% obteve maiores valores de luminosidade que o tratamento Sp 1% + FM 4%. Ao 9º e 12º dia de avaliação os frutos do Sp 1% + FM 4% obtiveram menos luminosidade quando comparado aos demais tratamentos, isso pode ter ocorrido devido a opacidade que o biofilme de fécula + *S. platensis* pode causar no recobrimento do fruto. Os resultados finais de L^* diferem do trabalho de Santana (2015) [29], em que os valores estavam em torno de 72 a partir do sexto dia.

O controle e o tratamento Sp 1% apresentam diminuição na coloração verde a partir do 9º dia de armazenamento, isso ocorre devido ao amadurecimento dos frutos causado pela degradação da clorofila. No entanto os tratamentos FM 4% e Sp 1% + FM 4% não sofreram alteração significativa na intensidade de verde durante o período de armazenamento, pode ser explicado pela coloração fosca do biofilme de fécula de mandioca e pela coloração esverdeada do biofilme de *Spirulina platensis* + fécula de mandioca a eles aplicados.

Para a análise de cor b^* que varia entre azul e amarelo, não houve diferença entre os tratamentos até o 3º dia de avaliação, porém no 6º dia o tratamento com menor intensidade de amarelo foi o Sp 1% + FM 4%, no 9º dia de avaliação os tratamentos Sp 1% + FM 4% diferiu do controle e Sp 1% demonstrando menor intensidade de cor amarela, ou seja

houve um retardamento do amadurecimento dos frutos submetidos ao biofilme a base de *Spirulina platensis* + fécula de mandioca. No 12º dia de avaliação tratamento Sp 1% + FM 4%, demonstrou menor valores de intensidade de amarelo quando comparado ao controle e aos frutos com biofilme de *S. platensis* à 1%. Ratificando a eficiência do biofilme na conservação dos frutos ao longo do tempo de armazenamento.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que a adubação orgânica utilizando esterco bovino como fornecedor de nutriente é capaz de promover o crescimento e produção da cultura do pepino.

O uso de esterco bovino foi eficiente como fonte de nutriente para cultura do pepino, proporcionando aumento no rendimento da cultura, principalmente da produtividade, que é a de maior importância para os produtores.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. A. S.; DIAS, N.S.; FIGUEIREDO Jr, L. G. M.; RIBEIRO, V.Q.; SAMPAIO, D. B. Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2006. 10:836-841.
- ARAÚJO, J. F. SILVA, M. B. da; COSTA, N. D.; DIAS, R. de C. S.; SOUZA, J. H. F.de. Genótipos de melancia sob sistema de cultivo orgânico irrigado no Submédio São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.911-917, 2010.
- ARTUR, A.G.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; BARRETTO, V.C.M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.843-850, 2007.

- ASERI, G. K. JAINA, N.; PANWARB, J.; RAOC, A.V.; MEGHWALC, P.R. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of pomegranate (*Punica granatum L.*) in Indian **Thar Desert**. **Scientia Horticulturae**, v.117, n.2, p.130-135,2008.
- CARVALHO,A.D.F.;Amaro,G.A.;LOPES, J. F. ; VILELA, N. J. ; MICHEREFF FILHO,M. ; Andrade, R. . A cultura do pepino. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013 (Circular Técnica).
- CAVALCANTE, I. H. L. ROCHA, L. F.; SILVA JUNIOR, G. B.; AMARAL, F. H. C.; FALÇÃO NETO, R.; NOBREGA, J. C. A. Fertilizantes orgânicos para o cultivo da melancia em Bom Jesus-PI. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.4, p.518-524, 2010.
- COSTA, C. L. L. et al. Utilização de bioestimulante na produção de mudas de melancia. **Revista Verde**, v.3, n.3, p.110-115, 2008.
- GALVÃO, S. R.; SALCEDO, I.H.; OLIVEIRA, F.F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 01, p. 99-105, 2008.
- Melo, W. J. de.; Marques, M. O.; Melo, V. P. de; Cintra, A. A. D. Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. *Revista Horticultura Brasileira*, v.18, p.67-81, 2000.
- MESQUITA, E. F. CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAÚJO, F. A. R. de; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Produtividade e qualidade de frutos do mamoeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. *Semina: Ciências Agrárias*, v.28, n.4, p.589-596,2007.
- Oliveira AP, Oliveira ANP, Alves AU, Alves EU, Silva DF, Santos RR & Leonardo FAP (2008) Rendimento de maxixeiro adubado com doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, 26:533-536.
- Oliveira, A, P. de; Barbosa, A. H. D.; Pereira, W. E.; Oliveira, A. N. P. de. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Ciência Agrotécnica**, v.31, p.1722-1728, 2007.
- OLIVEIRA, A. E. S. et al. Interação da adubação organo-mineral no estado nutricional das plantas. **Revista Verde**, v.5, n.3, p.53-58,2010.
- OLIVEIRA, M.K.T.; OLIVEIRA, F.A., MEDEIROS, J.F.; LIMA, C.J.G.S.; GUIMARÃES, Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis L.*). **Revista Verde**, Mossoró, v.1, n.1, p. 68-74, 2006.
- PIMENTEL, M. S.; LANA, Â. M. Q.; DEL-POLLI, H. Rendimentos agrônômicos em consórcio de alface e cenoura adubadas com doses crescentes de composto orgânico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 01, p. 106-112, 2009.
- QUEIROGA RCF, PUIATTI M, FONTES PCR, CECON PR & FINGER FL (2007) Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido **Horticultura Brasileira**, 25:550-556.
- RAMOS, A. R. P. DIAS, R. de C. S.; ARAGÃO, C. A. Qualidade de frutos de melancia sob diferentes densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.182-188, 2010.
- RESENDE, G.M. de; FLORI, J.E. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de pepino para processamento no Vale do São Francisco. I. Classificação "conserva". *Horticultura Brasileira*, v.20, n.2, 2002.
- SANTOS, G. D. dos. Micronutrients and sodium foliar contents of yellow passion plants as a function of biofertilizers. **Fruits**, v.63, n.1, p.27- 36, 2008.

Santos, J. F. dos.; Brito, C. H.; Santos, M. do C. C. A. Avaliação da produção de batata-doce em função de níveis de adubação orgânica. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, p.663-666, 2010.

SILVA-MANN, R.; SANTANA, A.; RVALHO FILHO, J. L. S. ; BLANK, A. F. . Capacidade combinatória e parâmetros genéticos de genótipos de pinhão-manso quanto a caracteres morfoagronômicos. Pesquisa Agropecuária Brasileira (1977. Impressa), v. 48, p. 1449-1456,2013.

SILVA, J. A; OLIVEIRA, A. P; ALVES, G. S; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; ARAÚJO M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.253- 257, 2012.

SMITH, S. R.; HADLEY, P. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). **Plant and Soil**, v. 115, n. 1, p. 135 144,1989.

TAIZ, Z.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p. TOSTA, M. S. LEITE, G. A.; GÓES, G. B. de; MEDEIROS, P. V. Q. de; ALENCAR, R. D.; TOSTA, P. de A. F. Doses e fontes de matéria orgânica no desenvolvimento inicial de mudas de melancia. **Revista Verde**. V.5, n.2, p.117122, 2010.

ANEXOS

Tabela 1 - Firmeza (N) em frutos de goiaba var. 'Paluma' em 12 dias de armazenamento sobre diferentes biofilmes a base de Spirulina platensis e fécula de mandioca

| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Controle | 121,67 a A | 58,23 b A | 31,47 bA | 64,30 ab A | 65,27 ab A |
| FM 4% | 121,67 a A | 115,15 a A | 118,42 aB | 146,56 aB | 162,61 aB |
| Sp 1% + FM 4% | 121,67 a A | 130,38 a A | 118,85 aB | 144,75 aB | 138,18 aA B |
| Sp 1% | 121,67 b A | 57,53 a A | 76,39 abA B | 89,48 abA B | 60,14 aA |

Tabela 2 - Sólidos solúveis totais das frutas de goiaba 'Paluma', em 12 dias de armazenamento sob diferentes biofilmes a base de Spirulina platensis e fécula de mandioca

| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
|---------------|---------|---------|----------|----------|----------|
| Controle | 8,50 aA | 8,85 aA | 8,98 aA | 11,55 aA | 10,97 aA |
| FM 4% | 8,50 aA | 8,45 aA | 9,25 aA | 11,80 aA | 11,50 aA |
| Sp 1% + FM 4% | 8,50 aA | 8,93 aA | 10,45 aA | 10,83 aA | 9,93 aA |
| Sp 1% | 8,50 aA | 9,10 aA | 10,93 aA | 11,53 aA | 9,83 aA |

Tabela 3 - pH dos frutos de goiaba 'Paluma' em 12 dias de armazenamento sob diferentes biofilmes a base de Spirulina platensis (Sp) e fécula de mandioca (FM)

| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
|---------------|---------|----------|----------|----------|---------|
| Controle | 3,58 bA | 2,97 aA | 3,13 abA | 3,22 abA | 2,85 aA |
| FM 4% | 3,58 bA | 3,17 abA | 3,38 abA | 3,46 abA | 2,92 aA |
| Sp 1% + FM 4% | 3,58 aA | 3,12 aA | 3,28 aA | 3,48 aA | 3,03 aA |
| Sp 1% | 3,58 aA | 3,16 aA | 3,37 aA | 3,42 aA | 3,02 aA |

Tabela 4 - Acidez titulável das frutas de goiaba var. 'Paluma', em 12 dias de armazenamento sobre diferentes biofilmes a base de Spirulina platensis e fécula de mandioca

| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Controle | 0,80 aA | 1,01 aA | 0,81 aA | 1,11 aA | 0,87 aA |
| FM 4% | 0,80 aA | 1,10 aA | 0,81 aA | 1,02 aA | 0,81 aA |
| Sp 1% + FM 4% | 0,80 aA | 1,06 aA | 0,94 aA | 1,12 aA | 1,06 aA |
| Sp 1% | 0,80 aA | 1,00 aA | 1,04 aA | 1,11 aA | 0,93 aA |

Tabela 5 - Cor da casca dos frutos de goiaba 'Paluma', em 12 dias de armazenamento, sob diferentes biofilmes a base de *Spirulina platensis* (Sp) e fécula de mandioca (FM)

| | | L | | | | | | | | | |
|---------------|---|-------|---|-------|----|-------|----|-------|-----|-------|----|
| Trat./ Tempo | | 0 | | 3 | | 6 | | 9 | | 12 | |
| Controle | a | 56,97 | A | 60,14 | aA | 62,02 | B | 67,56 | aB | 67,16 | aB |
| FM 4% | a | 54,73 | A | 57,03 | aA | 56,73 | B | 57,35 | aAB | 57,80 | aA |
| Sp 1% + FM 4% | a | 54,43 | A | 50,24 | aA | 50,24 | aA | 50,59 | aA | 49,88 | aA |
| Sp 1% | a | 59,03 | A | 63,36 | aB | 66,71 | aB | 67,63 | aB | 65,99 | aB |

| | | a | | | | | | | | | |
|---------------|---|--------|---|-------|----|-------|----|-------|------|-------|----|
| Trat./ Tempo | | 0 | | 3 | | 6 | | 9 | | 12 | |
| Controle | b | -20,03 | A | 18,43 | ab | 16,55 | A | 11,35 | abAB | -9,76 | aA |
| FM 4% | a | -19,30 | A | 17,31 | aA | 17,51 | aA | 17,44 | aB | 17,00 | aB |
| Sp 1% + FM 4% | a | -20,07 | A | 15,59 | aA | 15,52 | aA | 15,07 | aB | 14,22 | aB |
| Sp 1% | b | -19,30 | A | 15,66 | bA | 11,48 | A | -5,90 | aA | -4,24 | aA |

| | | b | | | | | | | | | |
|---------------|---|-------|---|-------|----|-------|----|-------|-----|-------|----|
| Trat./ Tempo | | 0 | | 3 | | 6 | | 9 | | 12 | |
| Controle | a | 39,17 | A | 40,96 | aA | 44,37 | B | 46,94 | aBC | 46,52 | aB |
| FM 4% | a | 38,17 | A | 36,64 | aA | 36,44 | B | 36,76 | aAB | 36,84 | aA |
| Sp 1% + FM 4% | a | 38,95 | A | 33,08 | aA | 33,77 | aA | 32,37 | aA | 32,93 | aA |
| Sp 1% | a | 40,72 | A | 42,57 | aA | 46,26 | aB | 47,67 | aC | 46,57 | aB |