



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

JAYNY MYRELLE CHAGAS DE FREITAS

**DERIVADOS SOLÚVEIS DE POLISSACARÍDEOS COM NANOCOMPOSTOS
RETARDA O AMADURECIMENTO DE BANANA ‘MAÇÃ’ ORGÂNICA
ARMAZENADA EM CONDIÇÕES AMBIENTE?**

MOSSORÓ

2019

JAYNY MYRELLE CHAGAS DE FREITAS

**DERIVADOS SOLÚVEIS DE POLISSACARÍDEOS COM NANOCOMPOSTOS
RETARDA O AMADURECIMENTO DE BANANA ‘MAÇÃ’ ORGÂNICA
ARMAZENADA EM CONDIÇÕES AMBIENTE?**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Nildo da Silva Dias, Prof. Dr.

Co-orientador: José Darcio Abrantes Sarmiento, Dr.

MOSSORÓ

2019

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Fd Freitas, Jayny Myrelle Chagas de.
 DERIVADOS SOLÚVEIS DE POLISSACARÍDEOS COM
 NANOCOMPOSTOS RETARDA O AMADURECIMENTO DE BANANA
 MAÇÃ ORGÂNICA ARMAZENADA EM CONDIÇÕES AMBIENTE? /
 Jayny Myrelle Chagas de Freitas. - 2019.
 44 f. : il.

 Orientador: Nildo da Silva Dias.
 Coorientador: José Darcio Abrantes Sarmiento.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2019.

 1. Produção orgânica. 2. Qualidade de frutos. 3.
 Biofilmes comestíveis . I. Dias, Nildo da Silva,
 orient. II. Sarmiento, José Darcio Abrantes , co-
 orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

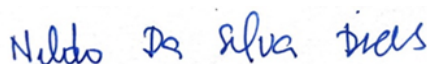
JAYNY MYRELLE CHAGAS DE FREITAS

**DERIVADOS SOLÚVEIS DE POLISSACARÍDEOS COM NANOCOMPOSTOS
RETARDA O AMADURECIMENTO DE BANANA ‘MAÇÃ’ ORGÂNICA
ARMAZENADA EM CONDIÇÕES AMBIENTE?**

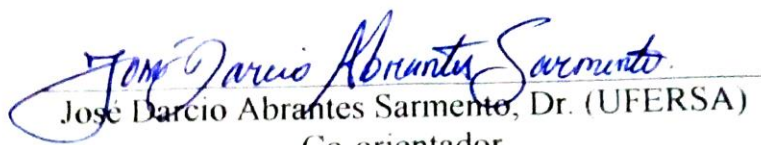
Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Defendida em: 13/08/2019

BANCA EXAMINADORA



Nildo da Silva Dias, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



José Darcio Abrantes Sarmiento, Dr. (UFERSA)
Co-orientador



Hozano de Souza Lemos Neto, Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Helena Maria de Moraes Neta, Eng^a Agrônoma (UFERSA)
Membro Examinador

Dedico este trabalho aos meus avós maternos Osvaldo Nogueira de Sousa e Maria Rabelo de Sousa e ao meu avô paterno Jaime Moura de Freitas pelo amor e ensinamentos repassados (In Memoriam).

Dedico este trabalho a Deus, razão da minha existência, força e perseverança. Aos meus pais, Maria do Milagre e Antônio Almir, aos meus irmãos e minha sobrinha. Feliz é quem vai, mas tem sempre para onde voltar. Vocês são minha base, meu ponto de chegada e partida. Amo-os!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o meu sustento diário e principalmente nas adversidades, por ter me dado força e proteção durante essa árdua trajetória. A vida inteira é pouca pra agradecer por tudo que Ele fez e faz a meu favor.

Agradeço aos meus pais Maria do Milagre e Antônio Almir pelo amor e os ensinamentos repassados

Aos meus queridos irmãos Osvaldo Neto, Janayna, Jair, Lavínia, Eduardo e minha sobrinha Ellen, pelo amor, amizade, companheirismo e apoio repassados durante toda minha vida.

A minha querida avó Luiza Freitas e toda família.

A Jefferson Medeiros, por seu companheirismo, carinho, compreensão e principalmente por ter me encorajado durante uma boa parte da reta final do curso.

A minha cunhada Ana Luiza pelas palavras de apoio e incentivo.

A minha querida amiga Danielle Lima, que mesmo passando dias sem nos falarmos sempre valorizou a nossa amizade, obrigada pela compreensão, apoio e principalmente por suas orações.

A minha querida amiga Poliana Coqueiro, por todo o seu carinho e amor, sem dúvidas você foi um dos grandes presentes que a UFERSA me deu.

A todos os meus amigos de Ibicuitinga.

Aos meus queridos amigos, ‘meu grupo’, Peter John, Helena Maria e Victor Gurgel, minha gratidão por todo companheirismo e pela força, foram indescritíveis os momentos em que vivemos, amo vocês.

Agradeço aos colegas da turma de agronomia, Aline, Celimari, José Neto, Lindomario, Edmilson, Sabrina, Elizabel, Claudia, Amanda, Jamile, Jardson, Kassio, Jessica e a todos que tive a oportunidade de conviver e trocar experiência e jornadas de estudos que contribuíram grandemente para minha formação.

Agradeço as minhas queridas amigas da ‘Six House’, Regina, (você foi mais que uma amiga, sabe bem a importância que tem na minha vida), Kelly, Cássia, Andreza, Juliana, Maria, Sandra e as demais, vocês foram fundamentais durante a minha jornada de UFERSA e Vila Acadêmica, gratidão por todos os momentos vividos, pelas partilhas desde à comida até as lágrimas e sorrisos, trago todas no coração.

A todos os meus amigos e irmãos da Capela Sagrada Família da UFERSA, vocês foram fundamentais nessa caminhada.

Agradeço ao professor Nildo Dias pela orientação, amizade e ensinamentos repassados durante a graduação, que foi indispensável para a construção deste trabalho.

Aos membros da banca especialmente a José Darcio pela co-orientação e disponibilidade de tempo ao contribuir com este trabalho.

Agradeço ao Agricultor Sr. Marcos por participar da pesquisa, fornecendo o material para pesquisa.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Semi-Árido pela oportunidade de conclusão de um curso superior.

A todos Gratidão!

“Contudo, seja qual for o grau a que chegamos, o importante é prosseguir decididamente.”

Filipenses 3,16

RESUMO

A banana ‘Maçã’ é bastante apreciada pelos consumidores por apresentar características de aromas e sabor bem característico da cultivar. Entretanto, dentre as cultivares é a que apresenta maior problemas de manutenção da qualidade pós-colheita, ainda mais quando se trata de frutos oriundos de sistema orgânico de cultivo que limita o uso de produtos químicos nas etapas de pós-colheita. Os derivados de polissacarídeos têm o potencial de se tornar uma nova classe de protetores vegetais, auxiliando no objetivo da agricultura sustentável, com atividade antifúngica, e redutor de atividades de enzimas de degradação. Objetiva-se neste trabalho, caracterizar e avaliar a qualidade pós-colheita de banana ‘Maçã’ oriundas do sistema orgânico de cultivo submetidos a concentração de derivados solúveis de polissacarídeos com nanocompostos. O experimento foi realizado com banana cultivar ‘maçã’ proveniente do método de produção orgânica, coletada na localidade de Riacho Grande, Mossoró, Rio Grande do Norte. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando 20 parcelas com 40 frutos, sob condição ambiente. Utilizou-se Polissacarídeo nano para a produção do revestimento/biofilme em diferentes concentrações (0, 25, 50 e 100%). Verificou-se que houve efeito significativo da concentração do polissacarídeo para cor, luminosidade, cromaticidade, acidez titulável e sólidos solúveis ($p < 0,05$). Entretanto, não foi observado diferença estatística para o rendimento de polpa (Rend.), ângulo hue ($^{\circ}h$), relação SS/AT e pH ($p > 0,05$). A utilização do polissacarídeo nano na concentração 50 % retardou o grau de maturação dos frutos, possibilitou um menor teor de sólidos solúveis e menor teor de acidez titulável, auxiliando na conservação pós-colheita, mostrou-se eficiente em relação a firmeza de fruto e firmeza de polpa.

Palavras-chave: Qualidade de frutos. Produção orgânica. Biofilmes comestíveis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classe da banana determinada pelo comprimento do fruto.	23
Figura 2 – Categoria da banana determinada pelo diâmetro do fruto.	23
Figura 3 – Escala de Maturação de Von Loesecke.....	24
Figura 4 - Perda de massa fresca da banana 'Maçã' orgânica durante o armazenamento em condições ambientes ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR)	29
Figura 5 – (A) Acidez Titulável; (B) Sólidos Solúveis da banana 'Maçã' orgânica durante o armazenamento em condições ambientes ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).....	32
Figura 6 - Sólidos Solúveis da banana 'Maçã' orgânica durante o armazenamento em condição ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR)	33
Figura 7 - (A) Firmeza do Fruto; (B) Firmeza de Polpa da banana 'Maçã' orgânica durante o armazenamento em condições ambientes ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).....	34
Figura 8 - (A). Banana maçã no dia da colheita (Tempo 0), (B) Banana maçã no 4º dia de armazenamento submetidas aos tratamentos e armazenadas em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR). A – Testemunha (sem aplicação); B – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 25%; C – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 50%; D – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 100%.....	41
Figura 9 - Banana maçã no 8º dia de armazenamento (Manhã), (D) Banana maçã no 8º dia de armazenamento (Tarde) submetidas aos tratamentos e armazenadas em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR). A – Testemunha (sem aplicação); B – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 25%; C – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 50%; D – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 100%.....	42
Figura 10 - Banana maçã no 8º dia de armazenamento (Manhã), (D) Banana maçã no 8º dia de armazenamento (Tarde) submetidas aos tratamentos e armazenadas em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR). A – Testemunha (sem aplicação); B – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 25%; C – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 50%; D – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 100%.....	43
Figura 11 - Banana maçã no 8º dia de armazenamento (Tarde) submetidas aos tratamentos e armazenadas em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR). A – Testemunha (sem aplicação); B – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 25%; C – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 50%; D – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 100%.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comprimento dorsal (cm), Diâmetro $\approx$ (mm) e Categoria de frutas de bananeira ‘Maçã’27

Tabela 2 - Resumo da anova para cor (Escala de 1 a 7), rendimento de polpa (Rend., %), luminosidade (L^*), cromaticidade (C^*) e ângulo Hue (H°) da casca, acidez titulável (AT) (%), sólidos solúveis (SS) (%), relação SS/AT e pH da polpa da banana maçã orgânica submetida ao armazenamento em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07^\circ\text{C}$ e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).....28

Tabela 3 - Resumo da anova para perda de massa fresca (%) da banana maçã orgânica submetida ao armazenamento em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07^\circ\text{C}$ e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).....28

Tabela 4 - Cor (Escala de 1 a 7), rendimento de polpa (Rend., %) e perda de massa fresca da banana maçã orgânica submetida ao armazenamento em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07^\circ\text{C}$ e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).....30

Tabela 5 - Luminosidade (L^*); Cromaticidade (C^*); ângulo Hue (H°), Acidez Titulável, Sólidos Solúveis, Relação Sólidos Solúveis e Acidez Titulável, pH da banana maçã orgânica submetida ao armazenamento em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07^\circ\text{C}$ e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).....31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Produção Orgânica.....	16
3.2 Importância da banana	16
3.3 Perdas pós-colheita e o uso de tecnologia para aumentar a vida útil das frutas	18
3.4 Utilização de biofilmes e revestimento comestíveis para conservação de frutas	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Localização e caracterização experimental	22
4.2 Delineamento Experimental.....	22
4.3 Variáveis Analisadas.....	23
4.3.1 Comprimento e diâmetro	23
4.3.2 Massa dos Frutos	24
4.3.3 Coloração	24
4.3.4 Firmeza do fruto e da polpa.....	25
4.3.5 Rendimento de polpa	25
4.3.6 Acidez Titulável (AT) e pH	25
4.3.7 Sólidos Solúveis (SS)	26
4.3.8 Relação SS/AT	26
4.3.9 Análise estatística	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXOS	41

1 INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp.) pertence à família Musaceae (COELHO et al., 2012), é uma das frutas mais consumidas mundialmente, o seu cultivo é realizado em áreas extensas dos trópicos e subtropicais (FERREIRA et al., 2015).

O Brasil e a Índia se destacam como os maiores produtores e consumidores de banana a nível mundial, a produção brasileira atingiu em 2016 mais de 6,9 milhões de toneladas em uma área de 474.054 hectares (FAO, 2017). O cultivo da banana engloba em faixa 800 mil unidades produtoras, onde a maioria dos produtores são de pequeno porte e oriundos da agricultura familiar, a produção possibilita a geração de milhares de empregos na escala a nível nacional (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2017).

A banana ‘Maçã’ é bastante apreciada pelos consumidores por apresentar características de aromas e sabor bem característico da cultivar. Entretanto, dentre as cultivares, é a que apresenta maior problemas de manutenção da qualidade pós-colheita, ainda mais quando se trata de frutos oriundos de sistema orgânico de produção que limita o uso de produtos químicos nas etapas de pós-colheita.

O mercado consumidor está cada vez mais exigente por alimentos de alta qualidade, e sobretudo, que sejam produzidos com a substituição de insumos poluentes e não renováveis. A necessidade do desenvolvimento de tecnologias alternativas para manutenção da qualidade de frutos e prolongar a vida útil pós-colheita constitui um desafio, principalmente, em substituição aos fungicidas tradicionais utilizados nas etapas de pós-colheita objetivando prolongar por um maior período a qualidade dos produtos (NEGREIROS et al., 2013)

Tais exigências deve-se à demanda da sociedade para a redução do uso de agrotóxicos, sendo os produtos orgânicos, produtos que atendem a essa exigência. Entretanto, a perda pós-colheita é um dos principais problemas enfrentados pelos produtores que fazem tanto o cultivo convencional como o cultivo orgânico (SARMENTO et al., 2012), para banana, estima-se perda de 20% distribuídas ao longo da cadeia produtiva, o que se torna um fator limitante para a sua comercialização.

Portanto, o desafio é prolongar a vida útil pós-colheita dos frutos possibilitando maior tempo para comercialização e consequentemente reduzindo as perdas. Desafio que se potencializa quando se trata de produtos orgânicos, uma vez que, não é permitido o uso de fungicidas e/ou produtos químicos nas etapas de tratamentos pós-colheita dos frutos.

Assim, o uso de material não tóxico biodegradável, bem como um eliciador, os derivados solúveis de polissacarídeos com nanocompostos tem o potencial de se tornar uma

nova classe de protetores vegetais, auxiliando no objetivo da agricultura sustentável, com atividade antifúngica, e redutor de atividades de enzimas de degradação (BAUTISTA-BANOS et al., 2003). Além disso, os derivados solúveis de polissacarídeos com nanocompostos também oferece um amplo espectro de possíveis aplicações, como a formação de filmes biodegradáveis, destacando-se sua eficácia quanto à preservação da qualidade microbiológica do alimento (ARNAUD et al., 2017).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Caracterizar e avaliar a qualidade pós-colheita de banana ‘Maçã’ oriundas do sistema orgânico de cultivo submetidos a concentração de derivados solúveis de polissacarídeos com nanocompostos.

2.2 Específicos

- a) Caracterizar a qualidade físico-química de frutos de banana ‘Maçã’ oriundos do sistema orgânica de cultivo;
- b) Avaliar a qualidade pós-colheita de banana ‘Maçã’ orgânica submetidas a concentração de derivados solúveis de polissacarídeos com nanocompostos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção Orgânica

Devido os impactos negativos que o processo na produção de alimentos tem causado ao meio ambiente, tem-se buscado cada vez mais a realização de técnicas de produção de alimentos saudáveis e que não provoquem danos ao homem e ao meio ambiente (ARAUJO et al., 2016). Diante disso, a produção orgânica tem se mostrado uma prática promissora possibilitando grandes avanços ambientais por se tratar de uma técnica que garante a preservação dos recursos naturais, bem como por ser uma técnica viável e que possibilita o incremento de valor nos produtos dos pequenos produtores (RESENDE et al., 2011).

Em virtude das perdas pós-colheita, e dos danos que as práticas convencionais podem ocasionar ao meio ambiente vem sendo necessário estudo sobre a caracterização e vida útil de banana oriundas da produção em sistema orgânico na região (SARMENTO et al., 2012), a fim de se obter frutos isentos de produtos químicos e com maior vida de prateleira.

No momento sob forte expansão, o mercado brasileiro de banana orgânica está concentrado em centros de distribuição especializados (atacados), redes de supermercados com processos de logística que englobam produtos orgânicos e feiras livres especializadas – com vendedores cadastrados em associações ou cooperativas. Estima-se que a área produção colhida de banana sob monocultivo orgânico, é de apenas 0,5%, ou seja, em torno de 2.400 hectares (TODA FRUTA, 2016).

Vale ressaltar que o número de produtores que realizam o cultivo da banana através do manejo orgânico ainda é bastante reduzido, uma vez que os principalmente produtores orgânicos são oriundos da agricultura familiar (ARAUJO et al., 2016).

3.2 Importância da banana

A banana é uma das frutas mais consumidas mundialmente, o seu cultivo é realizado em áreas extensas dos trópicos e subtropicais (FERREIRA et al., 2015). Sua área plantada é aproximadamente 5,4 milhões de hectares e tem uma produção de aproximadamente 114 milhões de toneladas, anualmente. As principais regiões produtoras no mundo, são a Ásia, com 55,8% da produção mundial, as Américas, com 24,7% do total mundial e a África, que é responsável por 17,9% da produção (BOLETIM TÉCNICO BANANA, 2017).

No Brasil, somente em 2016, foram produzidos cerca de 6.764.324 de toneladas da fruta, em área de 469.711 hectares. A média no País foi de 14.686 quilos por hectare, superando as duas safras anteriores. Entre os principais estados produtores de banana está São Paulo, com 1.089.820 de toneladas; Bahia, com 1.084.548 de toneladas, e Minas Gerais, com 773.197 de toneladas. Fecham à lista dos cinco grandes produtores Santa Catarina e Pará (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

No Rio Grande do Norte, o Agropólo Mossoró-Assu e, no Ceará, a Chapada do Apodi têm se destacado nas últimas décadas pelo desenvolvimento da fruticultura e expansão de mercado. A banana é produzida, praticamente, em todos os perímetros irrigados e é destinada ao mercado externo e regional (SARMENTO et al., 2015). A área colhida é de cerca de 7.446 hectares, totalizando uma produção de 210.933 em toneladas e com rendimento de 28,33 toneladas por hectare (EMBRAPA, 2017).

A cultura da banana é também utilizada como planta ornamental e produtora de fibra, além de exercer grande importância na cadeia alimentar devido ser rica em vitaminas e minerais (FERREIRA et al., 2015), desta forma, apresenta como uma enorme importância social por ser uma fonte barata de energia. Devido as suas características como baixa acidez e textura macia ela não possui restrições quanto a seu consumo alimentar, sendo indicada para o consumo tanto por crianças quanto por idosos (SARMENTO et al., 2012).

A banana ‘maça’ objeto de estudo desta pesquisa, é uma cultivar muito aceita pelos consumidores, devido ao seu sabor adocicado, à sua baixa acidez e polpa macia, porém é pouco explorada devido a sua suscetibilidade a doença fúngica mal-do-panamá (PINHEIRO, 2010). Além disso, dentre as diferentes cultivares, a banana ‘maça’ é a que apresenta maior problemas de manutenção da qualidade pós-colheita devido a deterioração fisiológica da fruta causada pelo excessivo amadurecimento (SILVA et al., 2015), ainda mais quando se trata de frutos oriundos de sistema orgânico de produção que limita o uso de produtos químicos nas etapas de pós-colheita.

3.3 Perdas pós-colheita e o uso de tecnologia para aumentar a vida útil das frutas

Apesar da sua grande produção e consumo, a banana possui elevado índice de perdas pós-colheita, o que limita a sua comercialização sob a forma “in natura” (SOUSA et al., 2018), as perdas chegam a 20% onde são observadas desde a colheita, armazenamento, distribuição e venda.

As frutas e hortaliças colhidas requerem tecnologias adequadas e avançadas de processamento pós-colheita para minimizar as perdas qualitativas e quantitativas que ocorrem logo após a colheita (SINGH et al., 2014). O manejo incorreto nessa fase, é o principal fator responsável pela perda de qualidade da fruta ofertada na maioria dos mercados brasileiro (LICHTENBERG & LICHTENBERG, 2011). Diante disso, a utilização de técnicas adequadas e específica na pós-colheita é indispensável e pode ser determinante para a aceitação dos frutos no mercado (SAES JUNIOR, 2014).

A banana é colhida quando alcança o ponto de maturidade fisiológica, ela é caracterizada por apresentar padrão respiratório climatérico e dependente do etileno para completar o seu amadurecimento, sendo esse um hormônio regulador que ocasiona modificações nos frutos após a colheita (BARBOSA et al., 2019). Por se tratar de um fruto climatérico possui um período de amadurecimento curto, o que significa menor tempo de conservação (FALCÃO et al., 2017), com isso, o armazenamento realizado de maneira correta, é fundamental para evitar que as transformações não prejudiquem na fase de comercialização (BARBOSA et al., 2019).

A utilização de refrigeradores é uma alternativa, pois permite a manutenção das características originais das frutas na pós-colheita (BARBOSA et al., 2019), no entanto, o uso dessa tecnologia para manutenção e o controle efetivo da temperatura em todas as etapas da cadeia não é uma condição comum. No Brasil, quase totalidade dos frutos comercializados, não são submetidos a temperaturas adequadas; sendo assim, a conservação nessas condições pode facilitar o transporte a longas distâncias e ampliar o período de comercialização (BASSETTO et al., 2005). Além dessa tecnologia, a utilização de reguladores de crescimento vegetal, especialmente as giberelinas é também indispensável para prolongar a vida útil das frutas (AQUINO et al., 2016).

Uma outra ferramenta que tem se mostrado importante na preservação de frutas e hortaliças é as embalagens com atmosfera modificada, passiva ou ativamente (RODRIGUES et al., 2008). De acordo com De Arruda Palharini (2017), a atmosfera passiva se estabelece quando o produto acondicionado dentro de uma embalagem permeável a gases modifica a

atmosfera através da própria respiração, resultando na redução de O₂ pelo consumo deste gás e aumento de CO₂, liberado pela respiração. Conforme Rodrigues et al. (2018), na atmosfera modificada ativa, uma mistura gasosa é introduzida no interior da embalagem de acondicionamento do produto, para a obtenção da composição desejada de gases dentro da embalagem.

Segundo Mantilla et al. (2010), o sucesso da conservação do alimento e o aumento do prazo comercial se dá devido ao efeito inibitório do CO₂ sobre os diferentes tipos microbianos e à redução ou remoção do O₂ do interior da embalagem, porém, vale ressaltar que o sucesso da atmosfera modificada depende também da manutenção da cadeia de frio, de modo a evitar condições de anaerobiose e de condensação de gotículas d'água no interior das embalagens (DE ARRUDA PALHARINI, 2017).

3.3 Tecnologia de nanopartículas utilizada em produtos agropecuário, em especial em produtos para pós-colheita.

A nanotecnologia está relacionada à aplicação de partículas ou interfaces com ao menos uma dimensão na escala de 1 a 100 nm (1 nm é correspondente a 10⁻⁹ m), contemplada nas ciências dos materiais (SAHOO et al, 2007).

As nanopartículas possuem propriedades que possibilitam o aumento da área superficial e do volume. Em razão de apresentarem maior área superficial, as propriedades ópticas, mecânicas, químicas e biológicas de nanopartículas são diferentes quando comparadas com materiais de mesma composição química na escala macro. Este fato permite a aplicação de nanomateriais em diversos produtos, explorando as diferentes propriedades intrínsecas (AUGUSTIN & SANGUANSRI, 2009).

É crescente a utilização da nanotecnologia aplicada a pós-colheita de frutas e hortaliças, muitas inovações vêm sendo discutidas na indústria das embalagens alimentícias, pois o uso da nanotecnologia tende a melhorar e/ou adicionar propriedades nas embalagens possibilitando assim, auxílio na prevenção do crescimento microbiano, além de proporcionar a manutenção da conservação pós-colheita com o intuito de reduzir as perdas, que é um dos entraves que tem se buscado soluções nos últimos anos (PUTI, 2014).

Muitos países, inclusive o Brasil tem intensificado as pesquisas no ramo da nanotecnologia, visto que é possível a utilização desta tecnologia na pós-colheita, além de poder ser aplicada em diversos setores, inclusive no setor agroindustrial, meio ambiente e farmacêutico (ASSIS, 2012).

3.4 Utilização de biofilmes e revestimento comestíveis para conservação de frutas

A preocupação com o meio ambiente e os danos causados através da utilização e do descarte incorreto de embalagens plásticas na cadeia produtiva de frutas tem sido um dos fatores que despertou a comunidade acadêmica pela busca de alternativas tecnológicas afim de se obter a resolução do problema. Diante disso, os polímeros biodegradáveis surgem como uma alternativa para substituir os polímeros sintéticos derivados do petróleo (SILVA et al., 2014). Um outro fator que também contribuiu para o avanço das pesquisas nesse ramo, é que a maioria das frutas possuem características perecíveis, em razão disso, tem-se a necessidade do desenvolvimento de embalagens que sejam seguras, que garantam a preservação e aumentem a vida útil das frutas (COSTA et al., 2017).

Os revestimentos e filmes edíveis e biodegradáveis têm sido utilizado como uma fonte alternativa para o desenvolvimento de embalagens. É importante ressaltar que revestimentos e filmes edíveis possuem distinção entre si: o filme é uma película formada pela secagem da solução do biopolímero preparada separadamente do alimento, que é posteriormente aplicado; enquanto que o revestimento pode ser uma suspensão ou uma emulsão aplicada diretamente na superfície do alimento que após secagem leva à formação de um filme (PINHEIRO et al., 2010).

A utilização de polímeros de origem biológica na produção de embalagens biodegradáveis pode ser feita de três maneiras: através de mistura de biopolímeros com polímeros sintéticos; biopolímeros bacterianos obtidos por fermentação; e o uso de biopolímeros naturais diretamente na produção de filmes, como os filmes comestíveis (SILVA et al., 2014).

Os biofilmes à base de amido tem se destacado na pesquisa e na utilização na pós-colheita de frutas e hortaliças por ser um excelente material para a elaboração de coberturas comestíveis, principalmente pela capacidade de formação de películas da 47 amilose, a qual apresenta estrutura linear apropriada, além de não apresentarem resistência à passagem de vapor de água (BOLZAN, 2008)

A utilização da quitosana na conservação de alimento tem se mostrado bastante promissora (GALO et al., 2014), a quitosana é um polissacarídeo amino, derivado do processo de desacetilação da quitina (AZEVEDO et al., 2007), podendo o grupo N-acetil sofrer vários graus de desacetilação, gerando diversos derivados da quitosana (ARNAUD et al., 2017).

De acordo Luvielmo e Lamas (2012), a quitosana possui grande potencial para ser explorada como revestimento comestíveis em frutas, uma vez que sua utilização tem mostrado satisfatória quando utilizada a fim de aumentar a vida útil de prateleira pós-colheita e principalmente por se tratar de um material proveniente de fontes renováveis, presente principalmente em insetos e invertebrados marinhos, com ação fungistática sem, porém, causar reações de toxicidade ao organismo humano (GALO et al., 2014).

Conforme Costa et al. (2017), os biofilmes comestíveis a base de polissacarídeos, proteínas e lipídeos contribuem positivamente para conservação e aumento do tempo de prateleira dos alimentos, além de contribuírem sensitivamente nas questões ambientais em virtude de serem biodegradáveis. É uma alternativa eficiente para melhorar a qualidade e segurança dos produtos alimentares, protegendo os alimentos da desidratação e atuar como barreira a gases com o meio envolvente (LOPES, 2016), além de também contribuir consideravelmente para manutenção da coloração natural dos alimentos, reduz a taxa respiratória e perda de massa, além de contribuir para preservação dos compostos nutricional e funcional (COSTA et al., 2017).

Embora a utilização dos biofilmes comestíveis ainda seja um processo em desenvolvimento, tem-se obtido resultados significativos quando utilizados para auxiliar na conservação de produtos perecíveis e, principalmente, daqueles minimamente processados, cujo tempo de prateleira é consideravelmente reduzido em função dos processos aos quais esses produtos foram submetidos (ASSIS; BRITTO, 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização experimental

O experimento foi realizado com banana cultivar ‘maçã’ proveniente do método de produção orgânica, coletada na localidade de Riacho Grande, no município de Mossoró, Rio Grande do Norte (Longitude 37° 27’ 47, 09’’ O; Latitude 5° 8’.18’’ S).

Os cachos de banana foram colhidos em estágio de maturação 1 (totalmente verde), conforme A ‘Escala de Maturação de Von Loesecke’ CEAGESP, 2006), onde foram colhidos manualmente, despencados, acondicionados em caixas de papelão e transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da UFERSA – Campus Oeste (RN), os frutos foram submetidos a lavagem em água colorada (hipoclorito de sódio) a 1,5%, em seguida foi adotado 4 tratamentos, onde os frutos foram emergidos na solução de Polissacarídeo nano em diferentes concentrações (T₁: 0; T₂: 25; T₃:50 e T₄: 100%) por 2 minutos, sendo-os posteriormente devidamente identificados, pesados e armazenados em condições ambiente (25 °C ± 1 °C e 75 ± 5% UR) e avaliados por ocasião da colheita (0 – zero dia), aos 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento.

4.2 Delineamento Experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando 20 parcelas com 40 frutos, sob condições ambiente. A ordem dos tratamentos foram

4.3 Variáveis Analisadas

4.3.1 Comprimento e diâmetro

Usou-se uma fita métrica (graduada em centímetro) para determinar o comprimento e a circunferência. A circunferência foi obtida medindo a região mediana do fruto, posteriormente o diâmetro foi calculado usando a fórmula $D = C/\pi$, enquanto o comprimento foi medindo na parte externa do fruto de onde começa a polpa até a ponta do fruto. As classes dos frutos foram definidas quanto ao comprimento e diâmetro usando como referência a Tabela de Normas de Classificação de Banana da CEAGESP (2006), (Figura 1 e 2).

CLASSE	COMPRIMENTO (cm)
6	Maior que 6 até 9
9	Maior que 9 até 12
12	Maior que 12 até 15
15	Maior que 15 até 18
18	Maior que 18 até 22
22	Maior que 22 até 26
26	Maior que 26

Figura 1 Classe da banana determinada pelo comprimento do fruto.

Fonte: (CEAGESP, 2006)

Calibre mínimo por categoria diâmetro (em mm)				
Grupo	Categoria			
	Extra	I	II	III
Cavendish	32	30	28	25
Prata	34	32	28	23
Maçã	32	30	25	23
Ouro	25	22	20	15

Figura 2 – Categoria da banana determinada pelo diâmetro do fruto.

Fonte: (CEAGESP, 2006)

4.3.2 Massa dos Frutos

Utilizou-se uma balança semianalítica com capacidade de 22 kg para determinar a massa dos frutos.

4.3.3 Coloração

A coloração da casca foi avaliada visualmente, utilizando-se como referência a Tabela de Normas de Classificação de Banana da CEAGESP (2006). A avaliação da coloração da casca foi realizada a cada intervalo de amostragem, de acordo com o grau de coloração da casca, numa escala que varia um a sete (Figura 3).

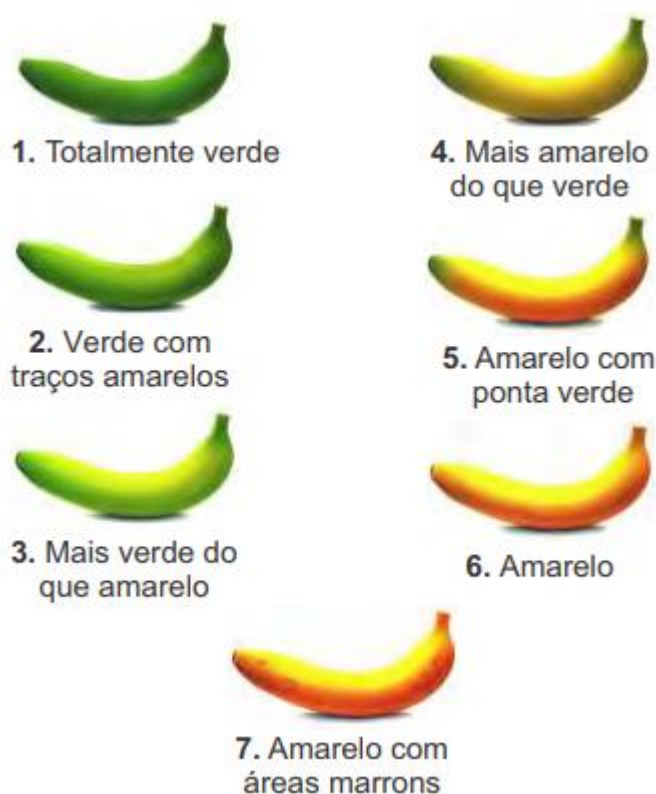


Figura 3– Escala de Maturação de Von Loesecke.

Fonte: (CEAGESP, 2006)

A coloração também foi determinada com o auxílio de um calorímetro (CR – 410, Minolta), onde obtiveram-se os dados para L^* (Luminosidade, C^* (Croma - saturação ou intensidade da cor) e ângulo hue ($^{\circ}h$).

De acordo com Friedrich (2017) o parâmetro coloração é um dos fatores que condiciona a seleção dos produtos em classe e categorias comerciais, no entanto, a

quantificação dos pigmentos, ou de outros constituintes, pode prover uma melhor forma indicadora da qualidade do fruto.

4.3.4 Firmeza do fruto e da polpa

A firmeza do fruto e da polpa foram determinadas utilizando o texturômetro Texture Analyser®, modelo TA.XTEpress/TA.XT2icon (Stable Micro SystemsLtd., Surrey, Inglaterra) com célula de carga de 10 kg. Utilizará probe cilíndrico de aço inoxidável com diâmetro de 6 mm (modelo P/6), as velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de 2 mm/s, 2 mm/s e 10 mm/s, respectivamente, e distância de penetração de 30 mm. Foram realizadas duas medições equidistantes, uma em cada região equatorial do fruto e para polpa, após corte longitudinal do fruto, foram determinadas duas medições em pontos equidistante na polpa, considerando a média entre elas. Os resultados foram expressos em Newton (N).

4.3.5 Rendimento de polpa

Na determinação do rendimento de polpa os frutos foram pesados individualmente, posteriormente descascados para obter-se a massa das cascas. O rendimento de polpa foi determinado por diferença entre a massa total do fruto e a massa da casca, expressa em porcentagem.

4.3.6 Acidez Titulável (AT) e pH

Para determinação da acidez titulável (AT) foi utilizado 1,0 g de polpa, onde foi adicionado 40 mL de água destilada, utilizou-se o indicador fenolftaleína e titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N. O pH foi determinado utilizando potenciômetro digital com membrana de vidro, conforme Association of Official Analytical Chemistry (2002), utilizando a amostra diluída da polpa.

4.3.7 Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado utilizando a leitura do refratômetro digital com correção automática de temperatura (escala de 0 a 32%), a partir da polpa macerada, homogeneizada e filtrada em organza. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.3.8 Relação SS/AT

A relação SS/AT foi determinada pelo quociente entre os valores de sólido solúveis e a acidez titulável.

4.3.9 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa “SISVAR 5.6”, teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias e regressão polinomial (linear e quadrática), selecionando os modelos de acordo com a significância do teste F e de seus respectivos coeficientes de determinação e o fenômeno biológico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analizando os resultados obtidos e com referência Tabela de Normas de Classificação de Banana CEAGESP (2006), para cada categoria, de acordo com o grupo, há um diâmetro (calibre) mínimo exigido por fruto, sendo que, para o grupo Maçã, os frutos pertencem à Classe 15, por apresentarem comprimentos entre 15 e 18 cm (Tabela 2).

Já com relação ao diâmetro, a cultivar analisada apresentou diâmetros médios 37,4 mm, sendo classificada na Categoria Extra, em que o diâmetro mínimo dos frutos deve ser de 32 mm (Tabela 1).

Tabela 1 - Comprimento dorsal (cm), Diâmetro $\approx$ (mm) e Categoria de frutas de bananeira ‘Maçã’.

Grupo/Cultivar	Características		
	Comprimento (cm)	Diâmetro (mm)	Categoria
Maçã	15,8	37,4	Extra Classe 15

Fonte: Dados do trabalho (2019).

Os dados obtidos para diâmetro são aproximados aos encontrados por Carvalho et al, (2011) para cultivar Thap Maeo com 38,92 mm, e superior aos diâmetros das cultivares Caipira e Tropical valores médios de 35,54 mm e 34,20 mm para as cultivares.

Os valores médios observados neste trabalho para comprimento, foram superiores aos encontrados também por Carvalho et al. (2011) para as cultivares Caipira 11,19 cm, Thap Maeo e Tropical 10,44 cm e 10,55 respectivamente.

A classificação da cultivar é feita levando em consideração o tamanho (comprimento e calibre), forma de apresentação e categoria. A classificação do produto possibilita a unificação da linguagem do mercado com os produtores, atacadistas, varejistas bem como com os consumidores, além de propiciar a transparência na comercialização. As normas de classificação são a base para a modernização da comercialização e da transparência nas relações comerciais. A atividade classificatória é excelente mapeadora dos problemas da produção e fornece à pesquisa uma base única para a avaliação dos seus resultados (CEAGESP, 2006). Dessa forma, a utilização da Tabela de Normas de Classificação de Banana CEAGESP (2006), só tem a agregar melhorias ao produtor.

Realizada a Análise de Variância (Tabela 2), verificou-se que houve efeito significativo da concentração do polissacarídeo para cor, luminosidade (L), cromaticidade (C), acidez titulável (AT) e sólidos solúveis ($p < 0,05$). Entretanto, não foi observado diferença estatística para o rendimento de polpa (Rend.), ângulo hue ($^{\circ}h$), relação SS/AT e pH ($p > 0,05$).

Tabela 2 - Resumo da anova para cor (Escala de 1 a 7), rendimento de polpa (Rend., %), luminosidade (L^*), cromaticidade (C^*) e ângulo Hue (H°) da casca, acidez titulável (AT) (%), sólidos solúveis (SS) (%), relação SS/AT e pH da polpa da banana maçã orgânica submetida ao armazenamento em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07^{\circ}C$ e $59,3 \pm 1,77\% UR$).

		QM								
FV	GL	Cor	Rend	L	C	$^{\circ}H$	AT	SS	SS/AT	pH
Trat	3	2,49111*	7,65351ns	34,12721*	29,1819*	82,2326ns	0,0357*	24,888*	27,6288ns	0,3185ns
Erro	16	0,67651	7,69369	8,84471	6,56251	28,16	0,00791	5,7599	10,46177	0,09983
CV		16,07	3,8	4,3	5,95	5,56	18,72	14,78	9,29	6,24

Tabela 3 - Resumo da anova para (PMF, %) da banana maçã orgânica submetida ao armazenamento em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07^{\circ}C$ e $59,3 \pm 1,77\% UR$).

		QM
FV	GL	PMF
Tratamentos	3	1,256675ns
Tempo	4	236,4510**
Tratamento x Tempo	12	0,214042ns
Erro	80	0,552203
CV		13,65
Média Geral		5,65

Para a variável perda de massa fresca (PMF., %) não houve diferença significativa entre os tratamentos, havendo diferença em função do tempo de armazenamento, seguindo o esquema fatorial conforme expresso na figura 4, apresentando comportamento linear. Considerando o fator tempo observa-se que a perda de massa no 1º dia foi de 1,7 % e ao final do armazenamento (8º dia) foi de 10,4%.

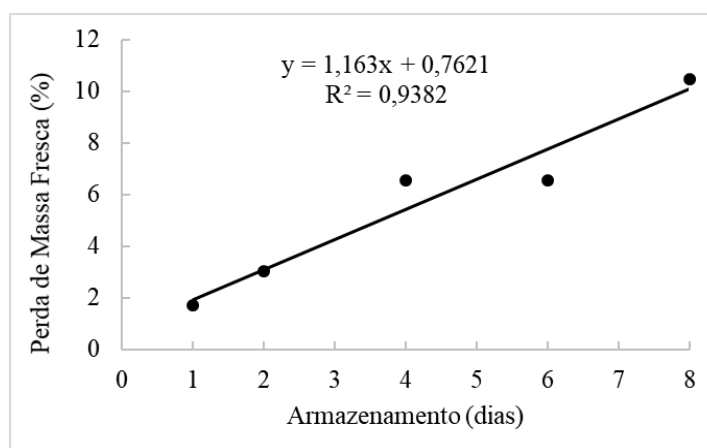


Figura 4 - Perda de massa fresca da banana 'Maçã' orgânica durante o armazenamento em condições ambientes ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77$ % UR).

Segundo Oliveira (2010), a perda de massa ocorre devido a transpiração dos frutos, quanto mais o fruto perde massa, proporcionalmente ocorre a perda de água. De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), perdas de massa acima de 10% são consideradas comprometedoras para a aparência de frutos e hortaliças. As perdas de massa é um fator importante que pode comprometer a comercialização, a escolha do produto consiste na análise do aspecto visual e das características físicas do fruto (OLIVEIRA, 2010).

Conforme Chitarra & Chitarra (2005), o teor de água na maioria das frutas e hortaliças é variável entre 80 e 90 %, parte da qual é perdida através da evaporação.

Para o parâmetro Cor (Tabela 4), observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos controle e o Polissacarídeos nano a 25 %, entretanto houve diferença significativa nos tratamentos polissacarídeos nano a 50% e a 100%.

Tabela 4 - Cor (Escala de 1 a 7), rendimento de polpa (Rend., %) e perda de massa fresca da banana maçã orgânica submetida ao armazenamento em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).

Tratamentos	Cor (Escala – 1 a 7)	Rendimento (%)	PMF (%)
Controle 0%	5,50 ab	73,68 a	5,40 a
Polissacarídeos nano a 25%	4,70 ab	72,56 a	5,95 a
Polissacarídeos nano a 50%	4,36 b	71,57 a	5,63 a
Polissacarídeos nano a 100%	5,90 a	74,38 a	5,61 a
Média	5,15	73,1	5,65
DMS	1,49	5,02	0,55

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e na linha não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No dia da colheita (Tempo 0) as frutas apresentavam coloração 2 (verdes com traços amarelos), no 4º dia de armazenamento as frutas apresentavam coloração 3 (mais verde do que amarelo), no 8º dia de armazenamento em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR), o tratamento com a concentração de polissacarídeo nano a 50 % mostrou-se superior aos demais tratamentos, apresentando um menor grau de maturação 4,36 % (frutos mais amarelo do que verde), de acordo com a (Escala 1 a 7). Vale ressaltar que para obtenção do grau de coloração das bananas, utilizou-se a Escala de Maturação de Von Loesecke - Tabela de Normas de Classificação de Banana da CEAGESP (2006).

Almeida (2017), estudando o uso de biofilme e filme de PVC a com fécula de mandioca a 8% para a mesma cultivar, obteve o melhor resultado de grau de maturação (5,17%) no décimo e décimo primeiro dia de armazenamento. Enquanto Silva et al (2017) testando a aplicação de biofilme de fécula de mandioca com concentrações de 0, 2, 4 e 8% em bananas ‘Maçã’ observaram mudança linear de coloração da casca apresentando 6,75% no período de armazenamento de 12 dias.

Conforme a (Escala 1 a 7), é tolerado somente 5% de unidades de apresentação fora da subclasse especificada no rótulo, desde que pertencentes às Subclasses imediatamente superior ou inferior.

Tabela 5 - Luminosidade (L*); Cromaticidade (C*); ângulo Hue (H°), Acidez Titulável, Sólidos Solúveis, Relação Sólidos Solúveis e Acidez Titulável, pH da banana maçã orgânica submetida ao armazenamento em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).

Tratamentos	L	C	H	AT	SS	SS/AT	pH
Controle 0 %	72,704 a	46,50 a	92,94 a	0,5220 ab	18,53 a	35,54 a	4,914 a
Polissacarídeos nano a 25%	68,954 ab	40,98 b	96,82 a	0,4120 ab	14,84 ab	36,21 a	5,27 a
Polissacarídeos nano a 50%	66,396 b	41,96 ab	100,38 a	0,3960 b	13,87 b	36,19 a	5,29 a
Polissacarídeos nano a 100%	68,674 ab	42,72 ab	91,35 a	0,5700 ab	17,70 ab	31,32 a	4,79 a
Média	69,18	43,04	95,37	0,4750	16,24	34,82	5,07
DMS	5,38	4,64	6,61	0,1609	4,34	5,86	0,57

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e na linha não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto a Luminosidade (L*), representa o nível da claridade da coloração, apenas o tratamento controle e o tratamento polissacarídeo nano a 50 % diferiram entre si, sendo o tratamento controle apresentando o maior valor de luminosidade (72,704). Analisando que o parâmetro L* (luminosidade ou brilho) da casca varia de 0 a 100, e que valores baixos indicam casca opaca/sem brilho, todos os tratamentos apresentaram valores de médio a alto. A luminosidade da casca dos tratamentos controle, tratamento Polissacarídeos nano a 25% e Polissacarídeos nano a 100 % foram maiores, com valores 72,704, 68,954 e 68,674, respectivamente, já o tratamento Polissacarídeos nano a 50% foi o que apresentou casca dos frutos mais opaca, ou seja, com menos brilho.

Na Cromaticidade (C*) apenas o tratamento controle e o tratamento nano a 25% diferiram entre si, onde o tratamento controle também apresentou o maior valor 46,50.

Os frutos do tratamento Polissacarídeos nano a 25% apresentaram menor intensidade da coloração amarela (acinzentada), quanto mais baixo os valores para Croma (C*), mais impura é a cor do fruto.

Os valores obtidos para o ângulo hue (°h) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

O parâmetro °hue (H*) detecta a tonalidade da cor, conforme os dados obtidos, todos os frutos apresentam-se dentro da faixa angular de coloração amarela (90°)

Os valores encontrados para Luminosidade, Croma e °hue corroboram com aos valores encontrados por Castricini (2012) em cultivares de banana ‘BRS Platina’ no estágio 6 de amadurecimento (Escala 1 a 7).

Para o rendimento de polpa (Rend., %), não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Para a acidez titulável apenas o tratamento polissacarídeo a 50% apresentou diferença estatística, porém com o valor 0,3960, apresentando-se inferior aos demais tratamentos (Figura 5).

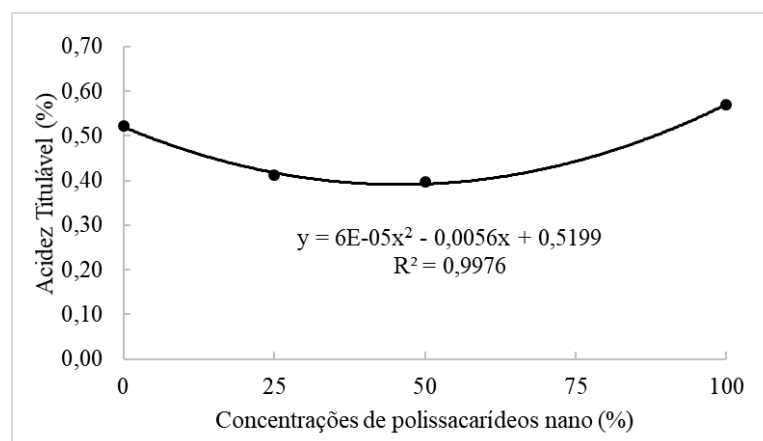


Figura 5 –Acidez Titulável da banana 'Maçã' orgânica durante o armazenamento em condição ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).

Diante dos resultados, verificou-se que os demais tratamentos apresentaram um comportamento metabólico um pouco mais acelerado quando comparado ao tratamento polissacarídeo nano 50%, sendo um importante parâmetro a ser analisado, já que, quanto mais lento o metabolismo do fruto, menor será a degradação.

Segundo Sarmento (2012), a elevação da acidez está diretamente relacionada com o amolecimento dos frutos que ocorre ao longo da maturação dos mesmos, sendo resultado da ação das enzimas degradadoras da parede pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG), tem como resultado a formação de ácidos orgânicos.

Conforme Alencar et al., (2010), a acidez na banana, ao contrário do que ocorre com a maioria das frutas, aumentou durante a maturação, confirmando com Matsura et al. (2001) que observaram um acúmulo nos teores de açúcares e ácidos orgânicos, com predominância do ácido málico, levando a um abaixamento do pH.

Na variável sólidos solúveis, o tratamento controle e o Polissacarídeos nano a 50 % apresentaram diferença estatística, porém o tratamento controle apresentou o maior (°Brix) 18,53 %, enquanto o polissacarídeo a 50% apresentou 13,87%, comprovando com o comportamento quadrático do gráfico (figura 6).

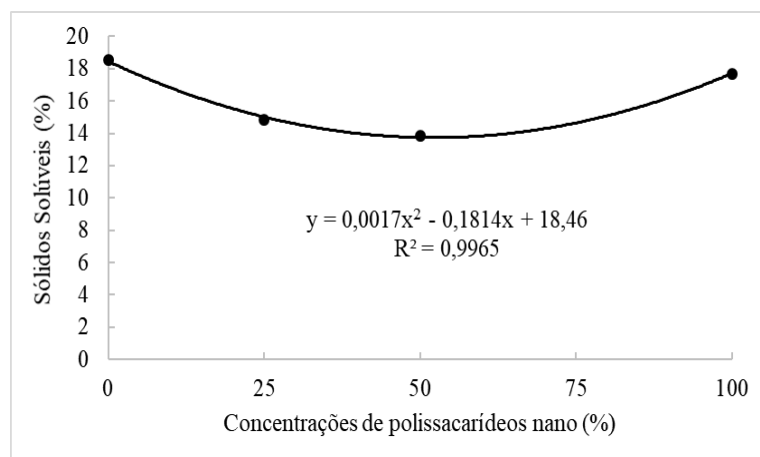


Figura 6 –Sólidos Solúveis da banana 'Maçã' orgânica durante o armazenamento em condição ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).

Com base nos resultados obtidos para teor de sólidos solúveis, observa na figura 6 que houve um efeito quadrático do fator concentração de polissacarídeos nano a 50% sobre os frutos apresentando o menor teor de sólidos solúveis (13,87 °Brix). Isto demonstra que o biofilme com polissacarídeo nano a 50% retardou o amadurecimento e consequentemente, a menor conversão do amido em açúcares simples. Na concentração 0 (tratamento controle), observou-se maior teor de sólidos solúveis 18,53 °Brix.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os resultados obtidos por Silva et al (2017) estudando diferentes concentrações de fécula de mandioca em banana maçã, que obteve o menor teor de sólidos solúveis (15,2°Brix) na concentração de 8% de fécula de mandioca e maior teor de sólidos solúveis (16,9) na concentração zero.

Chitarra & Chitarra (2005), cita uma faixa adequada de variação de 25 °Brix estando os dados obtidos no presente trabalho dentro dos padrões. De acordo com Almeida et al (2006) e Oliveira (2010), o acúmulo de açúcares ocorre devido a hidrólise do amido, um outro fator é que o biofilme aplicado age fazendo com que se concentre o CO₂, ocasionando na redução da concentração de O₂, propiciando a redução do transportes dos gases e da umidade, consequentemente afetando a maturação dos frutos.

Os valores obtidos para relação Sólidos Solúveis, Acidez Titulavel (SS/AT) e pH não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Verificou-se que os frutos que foram submetidos a concentração polissacarídeo a 50% apresentaram maior firmeza 38,044 N, apresentando também uma maior firmeza de polpa 11,09 N, conforme estão apresentados na Figura 7 A e B. Os demais tratamentos apresentaram resultados inferiores tanto para firmeza do fruto quanto para firmeza da polpa.

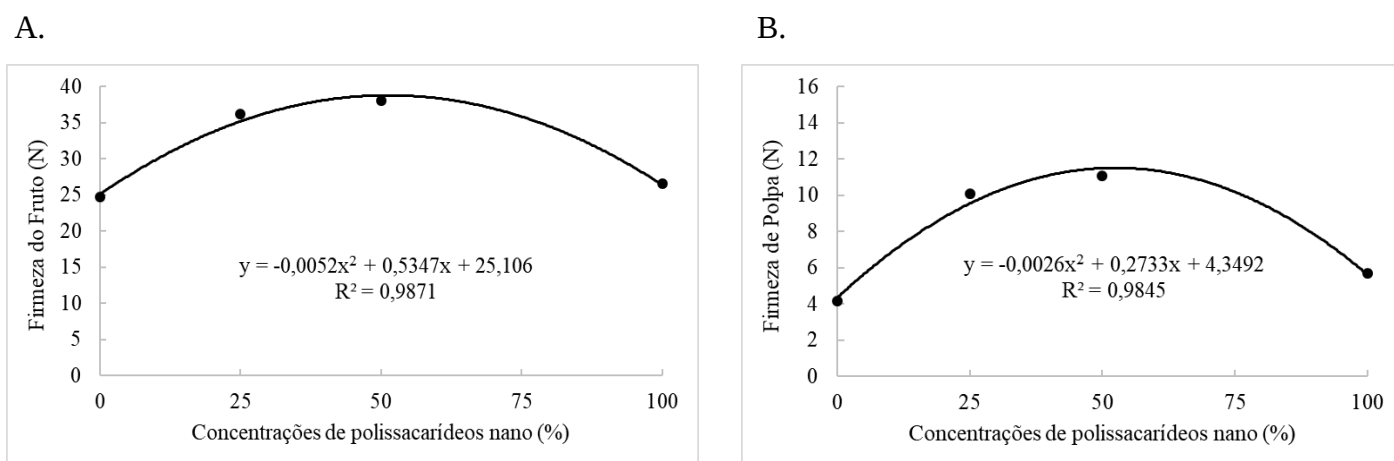


Figura 7 – (A) Firmeza do Fruto; (B) Firmeza de Polpa da banana 'Maçã' orgânica durante o armazenamento em condições ambientes ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR).

Conforme Oliveira (2010), a firmeza dos frutos está associada à composição da parede celular, que é constituída de hemicelulose, celulose, ligninas, pectinas, entre outros. Com o avanço do amadurecimento, estas substâncias vão se degradando, devido à coesão entre as células e o fruto, por sua vez, perde a resistência dos tecidos.

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), a redução na firmeza do fruto se dá devido à perda de integridade da parede celular, ocorrendo a hidrólise enzimática em razão da ação de enzimas pectinolíticas, como a poligalacturonase (PG) e a pectinametilesterase.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do polissacarídeo nano na concentração 50 % retardou o grau de maturação dos frutos, possibilitou um menor teor de sólidos solúveis e menor teor de acidez titulável, auxiliando na conservação pós-colheita, mostrou-se eficiente em relação a firmeza de fruto e firmeza de polpa.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, F. M. de.; SILVA, M. M. da.; LIMA, M. A. C.; de SILVA, G. G. B. da CASTRO, F. de. Evolução da maturação e determinação do ponto de colheita de banana nas condições de cultivo da região do Submédio do Vale do São Francisco. **In Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FACEPE/CNPq, 10.; JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA CATÓLICA/CNPq/FACEPE, 8.; COMUNICAÇÕES DA CATÓLICA; SEMANA DE INTERAÇÃO CATÓLICA-SOCIEDADE, 4., 2006, Recife. Anais... Recife: FACEPE; Universidade Católica de Pernambuco, 2006.
- ALMEIDA, J. P. **Uso de Biofilmes e filme de PVC na conservação pós-colheita de banana maçã**. 2017. Monografia – Agronomia – Faculdade Evangélica de Goianésia - Associação Educativa Evangélica. Goiás, 2017.
- ALMEIDA, G. C.; VILAS BOAS, E. V. de B.; RODRIGUES, L. J.; DE PAULA, N. R. Atraso do amadurecimento de banana ‘maçã’ pelo 1-MCP, aplicado previamente à refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 319-321, 2006.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2018** / Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta. 51 p.: il 2018.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2017** / Cleonice de Carvalho... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. 88 p.: il. 2017.
- AQUINO, C. F.; SALOMÃO, L. C. C.; AZEVEDO, A. M. Qualidade pós-colheita de banana'Maçã'tratada com ácido giberélico avaliada por redes neurais artificiais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 7, p. 824-833, 2016.
- ARAÚJO, J.; CORREIA, R.; de SOUZA, I. C. M. Custo de produção e desempenho econômico da banana orgânica, no Vale do Submédio São Francisco, no Estado da Bahia. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.
- ARNAUD, T. M. S., STAMFORD, T. C. M., STAMFORD, T. L. M., STAMFORD, N. P. Produção, propriedades e aplicações da quitosana na agricultura e em alimentos. p. 503 -528. In: **Biotecnologia Aplicada à Agro&Indústria**, v. 4. São Paulo: Blucher, 2017.
- ASSIS, L. M. D., ZAVAREZE, E. D. R., PRENTICE-HERNÁNDEZ, C., SOARES, L. A. D. S. (Revisão: Características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 99-109, 2012.
- AUGUSTIN, M. A.; SANGUANSRI, P. Nanostructured materials in the food industry. **Advances in food and nutrition research**, v. 58, p. 183-213, 2009. ISSN 1043-4526.
- AZEREDO, H. M. C.; MIRANDA, W. E.; RIBEIRO, H. L. Revestimentos Comestíveis de Alginato e Polpa de Acerola. **Embrapa Agroindustria Tropical**, Fortaleza, v. 3.60.0, p.02, 2012.

AZEVEDO, V. V. C.; CHAVES, S. A.; BEZERRA, D. C.; LIA FOOK, M. V.; COSTA, A. C. F. M. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista eletrônica de materiais e processos**, v. 2, n. 3, p. 27-34, 2007.

BARBOSA, L. F. S.; ALVES, A. L.; DE SOUSA, K. D. S. M.; NETO, A. F., CAVALCANTE, Í. H. L.; VIEIRA, J. F. Qualidade pós-colheita de banana ‘Pacovan’ sob diferentes condições de armazenamento. **MAGISTRA**, v. 30, p. 28-36, 2019.

BASSETO E., JACOMINO AP, PINHEIRO AL. Conservation of “Pedro Sato” guavas under treatment with 1-methylcyclopropene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 433-40, 2005.

BAUTISTA-BAÑOS, S., HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M., BOSQUEZ-MOLINA, E., WILSON, C. L. Effects of chitosan and plants extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. **Crop Protection, Guildford**, v. 22, n. 9, p.1087-1092, nov. 2003.

BOLZAN, R. P. **Biofilmes comestíveis para conservação pós-colheita de tomate dominador**. Dissertação (Mestrado) – Ciências - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CASTRICINI, A.; COELHO, E. F., RODRIGUES, M. G. V., COUTINHO, R. C. Caracterização póscolheita de frutos de bananeira'BRS Platina'de primeiro ciclo, sob regulação do déficit de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1013-1021, 2012.

CHITARA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo. 2. ed. Lavras. 785 p. Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2005.

COSTA, M. C. C.; AZEVEDO, C. R.; DE SOUSA, R. M. L.; DOS SANTOS, A. F.; BARROQUEIRO, Â. T. S. EMBALAGENS DE ALIMENTOS À BASE DE BIOFILMES COMESTÍVEIS: uma revisão de literatura. **Revista Ceuma Perspectivas**, v. 30, n. 2, p. 88-100, 2019.

DA SILVA, G. D.; LOCATELLI, G.; FINKLER, L., FINKLER, C. PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES COMESTÍVEIS À BASE DE ALGINATO E PECTINA. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 4658-4665, 2015.

DE ARRUDA PALHARINI, M. C. Sistemas de embalagem com atmosfera modificada para produtos minimamente processados. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 14, n. 1, Jan-Jun 2017

DE ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. de. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações/Review: edible protective coatings for fruits: fundamentals and applications. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87, 2014.

DOSSA, D.; FUCHS, F. Banana: produção, mercado e preços na ceasa-pr. **boletim técnico 06. banana**. Outubro 2017. Disponível em: <www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Banana.pdf>. Acesso em: 08 Mai. 2019.

FAI, A. E. C.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos. **Revista iberoamericana de polímeros**, v. 9, n. 5, p. 435-451, 2008.

FALCÃO, H. A. S.; FONSECA, A. O.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R. Armazenamento de variedades de bananas em condições de atmosfera modificada com permanganato de potássio. **JOURNAL OF NEOTROPICAL AGRICULTURE**, v. 4, n. 4, p. 1-7, 2017.

FAO – FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION - Organização das Nações Unidas para alimentação e a agricultura. 2017.

FERREIRA, F. C.; SILVA, O. S.; AMORIM, P. E.; SEREJO, S.A.J. O agronegócio da BANANA. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Brasília, v. 1, p. 17, 2015.

FRIEDRICH, J. C. C. Biofilmes a base de amido, gelatina e extrato de Tetradenia riparia na conservação de morango. Dissertação (mestrado) – Ciências Ambientais – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Paraná, 2017.

GALO, J., SOUZA, M., KUSDRA, J., MATTIUZ, C. Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, 2014.

SAES JUNIOR, A. L. **Climatização de frutos de bananeiras com características de resistência à sigatoka-negra**. Dissertação (mestrado) – Produção Vegetal – Universidade Federal do Paraná. Paraná, 2014.

LICHTEMBERG, L. A.; LICHTEMBERG, P. dos SF. Avanços na bananicultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, 2011.

LOPES, R. A. **Caracterização de soluções poliméricas para aplicação em revestimentos para a conservação de produtos alimentares**. 2016. Dissertação (Mestrado Engenharia Biomédica) — Universidade de Coimbra. Portugal, 2016.

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, V. S. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, 2012.

MANTILLA, S. P. S.; MANO, S. B.; DE CARVALHO VITAL, H.; FRANCO, R. M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010.

MATSURA, F. C. A. U.; SILVEIRA, M. I. Da. Banana: Pós-Colheita. Brasília: Embrapa **Comunicação para transferência de tecnologia**, 2001. 71p. (Frutas do Brasil, 16)

NEGREIROS, R. D., SALOMÃO, L. C. C., PEREIRA, O. L., CECON, P. R., SIQUEIRA, D. D. Controle da antracnose na pós-colheita de bananas- ‘prata’ com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, 2013.

OLIVEIRA, C. G. de. **Caracterização Pós-Colheita de Banana Prata-Anã e seu Híbrido PA42-44 Armazenados Sob Refrigeração**. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Montes Claros) Unimontes, Minas Gerais, 2010.

OLIVEIRA, E.B. de L. **Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de revestimentos naturais**. 55p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Acre, Acre, 2010.

PBMH & PIF - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de Classificação de Banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; BOLINI, H. M. A. Prolongamento da vida pós-colheita de bananas-maçã submetidas ao 1-metilciclopropeno (1-MCP)–qualidade sensorial e física. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 132-137, 2010.

PINHEIRO, A. C.; CERQUEIRA, M. A.; SOUZA, B. W. S., MARTINS, J.; TEIXEIRA, J. A.; VICENTE, A. A. Utilização de revestimentos/filmes edíveis para aplicações alimentares. **Boletim de Biotecnologia**, n. 85, p. 18-28, 2010.

Produção Brasileira de banana em 2017 - EMBRAPA. Disponível em: <www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/.../banana/b1_banana.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.

PUTI, F. D. C. **Aplicação de filmes com nanopartículas de prata na conservação de morangos**. 2014. 100 p. Dissertação (Mestrado Biotecnologia) – Universidade Federal de São Carlos, 2014.

RESENDE, S. A. A., DE RESENDE JÚNIOR, J. C. CULTIVO ORGÂNICO: ORIGEM, EVOLUÇÃO E IMPORTÂNCIA SOCIOECÔNOMICA E AMBIENTAL. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, **Centro Científico Conhecer - Goiânia**, vol.7, N.13; 2011 Pág. 1119. 2011.

RODRIGUES, L. K., PEREIRA, L. M., FERRARI, C. C., DE LUCA SARANTÓPOULOS, C. I. G., HUBINGER, M. D. Vida útil de fatias de manga armazenadas em embalagem com atmosfera modificada passiva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 271-278, 2008.

SAHOO, S.; PARVEEN, S.; PANDA, J. The present and future of nanotechnology in human health care. **Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine**, v. 3, n. 1, p. 20-31, 2007. ISSN 1549-9634.

SARMENTO, J. D. A., de MORAIS, P. L. D., ALMEIDA, M. L. B., da SILVA, G. G., ROCHA, R. H. C., de MIRANDA, M. R. A. Qualidade pós-colheita da banana ‘Prata Catarina’ submetida a diferentes danos mecânicos e armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, v. 45, n. 11, p. 1946-1952, 2015.

SARMENTO, J. D. A., de MORAIS, P. L. D., BEZERRA, M. L., ALMEIDA, G. G. D. S., SARMENTO, D. H. A., de AMORIM BATALHA, S. Qualidade pós-colheita de banana submetida ao cultivo orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.1, p.85-93, 2012.

SARMENTO, C.A.R. **Determinação do ponto de colheita e avaliação da pós-colheita de banana Princesa utilizando biofilme**. 76 p. Dissertação (Mestrado Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, 2012.

SILVA, P. S.; NAVROSKI, R. N.; RICHTER, A. F.; ARRUDA, A. L.; BARRETO, Caroline Farias; KIRINUS, Marines Batalha Moreno; MALGARIM, Marcelo Barbosa. Avaliação de coberturas comestíveis compostas por fécula de mandioca e quitosana no revestimento em laranjas sob armazenamento refrigerado. **Revista da 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa**, Urcamp Bagé - RS, vol. 14, n.14, 2017.

SILVA, A. M.; AMBRÓSIO, M.; NASCIMENTO, D. S.; ALBUQUERQUE, A. N.; KRAUSE, W. Conservação pós-colheita de banana 'maçã' com revestimento comestível a base de fécula de mandioca. **Agrarian academy**, Goiânia, v. 2, n. 3, p. 23-34, 2015.

SINGH, V., HEDAYETULLAH, M., ZAMAN, P., & MEHER, J. Postharvest technology of fruits and vegetables: An overview. **Journal of Postharvest Technology**, v. 2, n. 2, p. 124-135, 2014.

SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA. v.1 1976 - Florianópolis: Epagri/Cepa, 1976- Anual. Agropecuária - Brasil SC - Periódico. I. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, Florianópolis, SC. II Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola - Epagri/Cepa, Florianópolis, SC, 2017.

SOUSA, S. F.; FEITOSA, R. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Aplicação de diferentes revestimentos na conservação pós-colheita da banana cv. Prata. **Pesquisas Agrárias e Ambientais. Nativa, Sinop**, Campina Grande, PB, v. 6, n. 6, p. 563-568, 2018.

TODA FRUTA. Bananeira orgânica é bom negócio para pequeno produtor. Disponível em: <<https://www.todafruta.com.br/bananeira-organica-e-bom-negocio-para-pequeno-produtor/>>. Acesso em: 08 mai, 2019.

ANEXOS

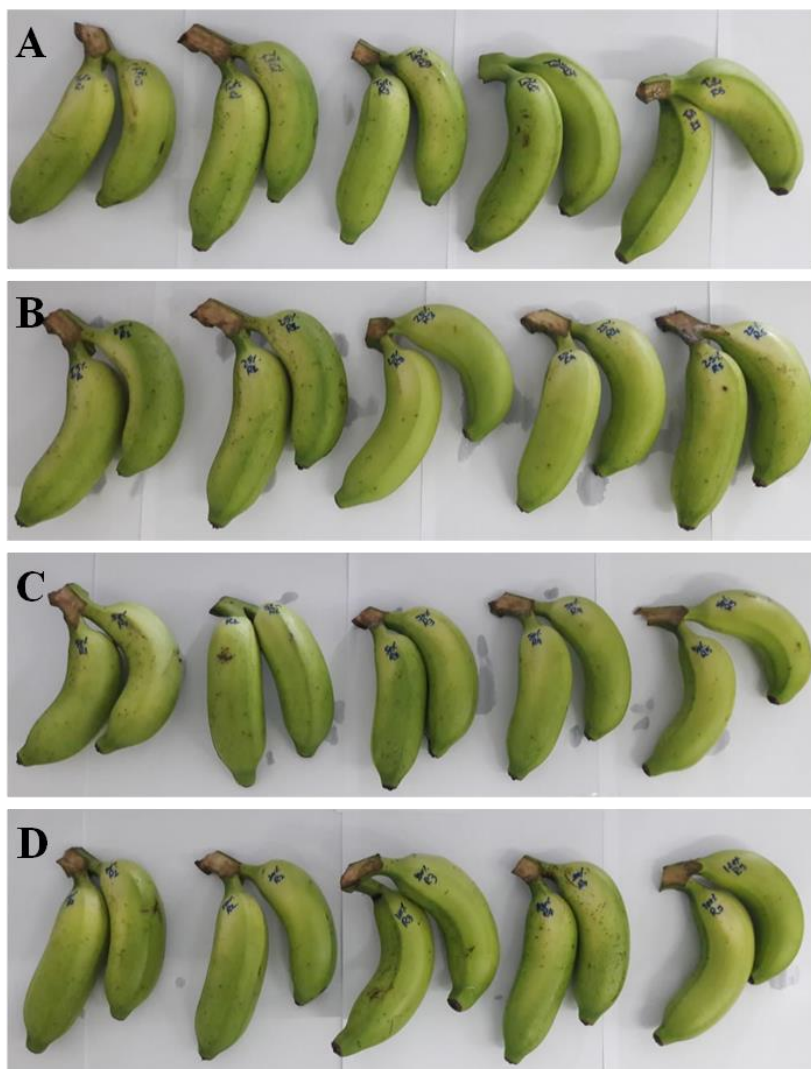


Figura 8 - Banana maçã no dia da colheita (Tempo 0), de armazenamento submetidas aos tratamentos e armazenadas em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR). A – Testemunha (sem aplicação); B – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 25%; C – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 50%; D – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 100%.

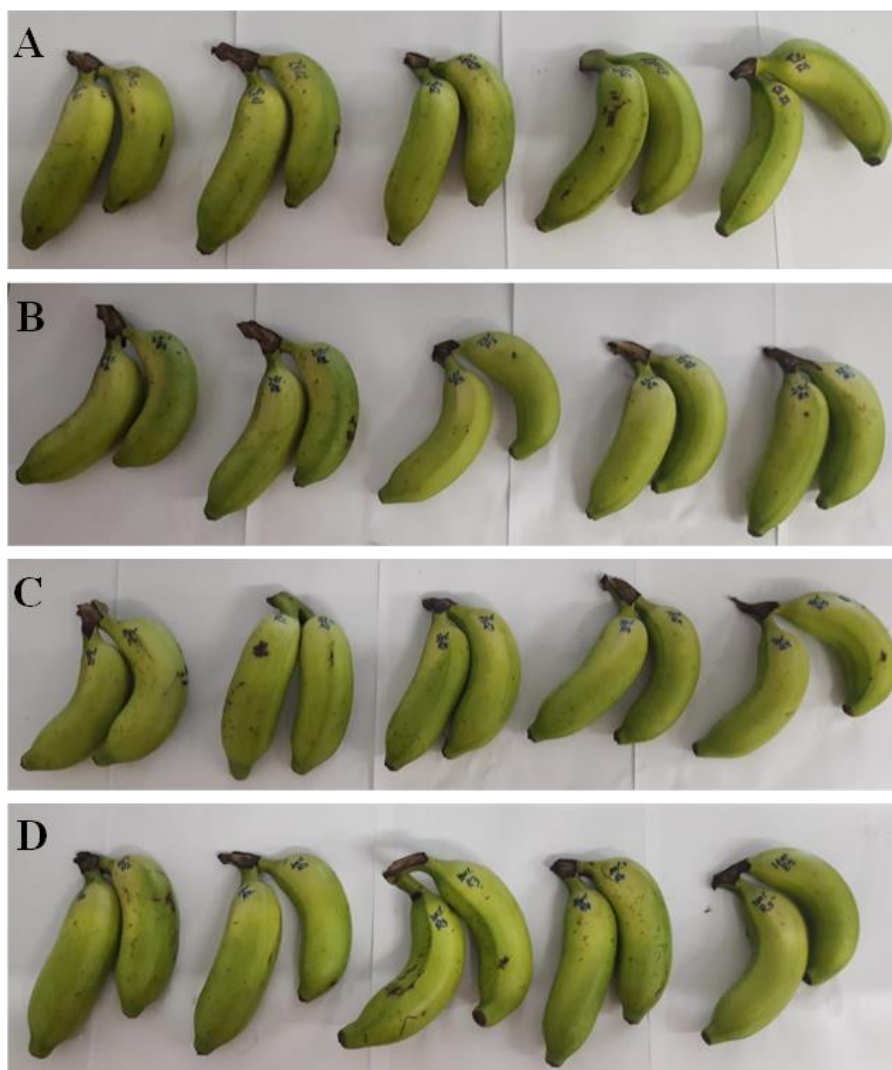


Figura 9 - Banana maçã aos 4 dias de armazenadas em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR) submetidos a diferentes concentrações de polissacarídeos nano. A – Testemunha (sem aplicação); B – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 25%; C – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 50%; D – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 100%.

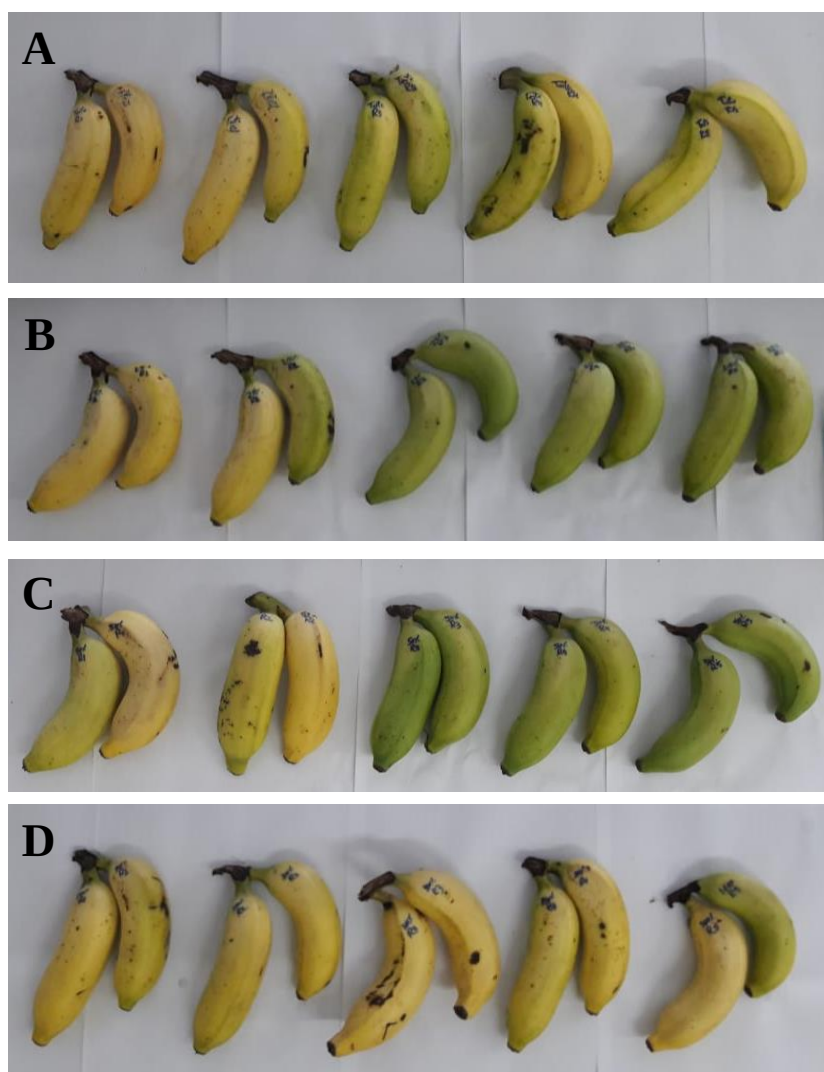


Figura 10 - Banana maçã aos 8 dias (MANHÃ às 8 horas) de armazenadas em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR) submetidos a diferentes concentrações de polissacarídeos nano. A – Testemunha (sem aplicação); B – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 25%; C – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 50%; D – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 100%.

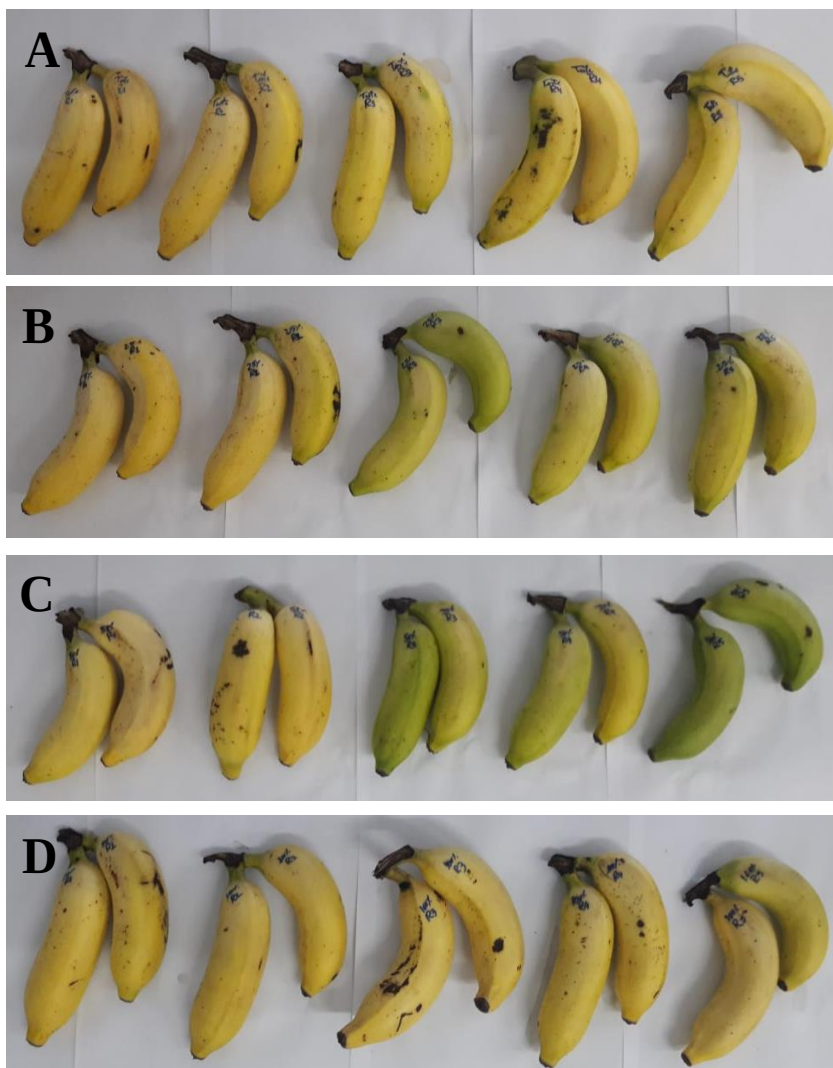


Figura 11 - Banana maçã aos 8 dias (TARDE - às 16 h 30min) de armazenadas em condições ambiente ($25,4 \pm 0,07$ °C e $59,3 \pm 1,77\%$ UR) submetidos a diferentes concentrações de polissacarídeos nano. A – Testemunha (sem aplicação); B – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 25%; C – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 50%; D – Frutos submetidos ao polissacarídeo nano a 100%.