



**USO DE BIOFILMES E FILME DE PVC NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE  
BANANA “MAÇÃ”**

**JANDER PEREIRA DE ALMEIDA**

**GOIANÉSIA/GO**

**2017**



**USO DE BIOFILMES E FILME DE PVC NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE  
BANANA “MAÇÃ”**

**JANDER PEREIRA DE ALMEIDA**

**Orientador: Me. RODRIGO FERNANDES DE SOUZA**

**Publicação nº: 02/2017**

**GOIANÉSIA/GO**

**2017**

**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**  
**ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**USO DE BIOFILMES E FILME DE PVC NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE**  
**BANANA “MAÇÃ”**

**JANDER PEREIRA DE ALMEIDA**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA APRESENTADA COMO**  
**PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE**  
**BACHAREL EM AGRONOMIA.**

**APROVADA POR:**

---

**RODRIGO FERNANDES DE SOUZA, MESTRE**  
**Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG**  
**ORIENTADOR**

---

**RUBIA DE PINA LUCHETTI CAMARGO, DOUTORA**  
**Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG**  
**EXAMINADOR**

---

**GUSTAVO HENRIQUE MENDES BRITO, MESTRE**  
**Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG**  
**EXAMINADOR**

**Goianésia/GO, 03 de Junho 2017.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

ALMEIDA, J. P.; Uso de biofilmes e filme de PVC na conservação pós-colheita de banana “Maçã” Orientação de Rodrigo Fernandes de Sousa - Goianésia, 2017. 27p

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia, 2017.

1. Agricultura. 2. Fruticultura. 3. Conservação de alimentos

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, J. P.; **USO DE BIOFILMES E FILME DE PVC NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BANANA “MAÇÃ”**. Orientação de Rodrigo Fernandes de Souza; Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2017, 27p. Monografia de Graduação.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: JANDER PEREIRA DE ALMEIDA

GRAU: BACHAREL

ANO: 2017

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

---

Nome: JANDER PEREIRA DE ALMEIDA

CPF: 029.012.201-50

Endereço: Bairro Nossa Senhora da Penha Quadra M2 Lote 18

Email: janderpereiraalmeida@outlook.com

*“Cabe ao homem compreender que o solo fértil, onde tudo que se planta dá, pode secar; que o chão que dá frutos e flores pode dar ervas daninhas, que a caça se dispersa e a terra da fartura pode se transformar na terra da penúria e da destruição. O homem precisa entender, que de sua boa convivência com a natureza, depende sua subsistência e que a destruição da natureza é sua própria destruição, pois a sua essência é a natureza; a sua origem e o seu fim.”*

Elizabeth Jhin

Dedico este trabalho de conclusão da graduação primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, aos meus pais, minha esposa, minha irmã, familiares, meu professor orientador e os demais professores e amigos que de muitas formas me incentivaram e ajudaram para que fosse possível a concretização deste trabalho e curso.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

Agradeço a todas as pessoas do meu convívio que acreditaram e contribuíram, mesmo que indiretamente, para a conclusão deste curso.

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que me proporcionou em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

À minha esposa Bruna Lana Conceição Miranda Almeida, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você tenho me sentido mais vivo de verdade. Obrigado pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

A minha irmã, Gisele Pereira de Almeida presente durante essa caminhada.

Ao meu professor orientador Rodrigo Fernandes de Souza pela orientação e apoio na realização deste trabalho

Agradeço aos demais professores por proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas à manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

Aos meus colegas e amigos Rafael Matias da Silva, Tarcísio Borges Coelho, Matheus Vinicius Abadia Ventura, José Ricardo Rosa, pelo companheirismo nos trabalhos e provas, e acima de tudo pela amizade.

E agradeço também ao meu amigo Romeu Moreira Santana e ao técnico agrícola Diogo e técnico de laboratório Ivan ambos da Faculdade Evangélica de Goianésia, por ter me ajudado no desenvolvimento desse trabalho.

A Faculdade Evangélica de Goianésia por ter sido a faculdade que me acolheu durante esses anos e me ofereceu oportunidades engrandecedoras que ajudaram a formar meu caráter e minha futura carreira.

**SUMÁRIO**

RESUMO .....	10
ABSTRACT .....	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
4. CONCLUSÕES .....	24
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados .....	15
Tabela 2. Escala diagramática para avaliação do amadurecimento dos frutos de banana proposta por Von Loescke (1950) .....	16
Tabela 3. Graus de maturação de bananas "Maçã" submetidas ao uso de biofilmes e filme PVC de acordo com o diagrama de Von Loescke. ....	18
Tabela 4 – Valores médios de pH, sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável (g ácido málico/100 g de polpa) de bananas cultivar “Maçã” submetidas a uso de biofilmes e filme PVC. ....	19
Tabela 5. Perda de massa final de bananas “Maçãs” submetidas a uso de biofilmes e filme PVC. ....	21
Tabela 6. Taxas de frutos com sintomas de podridão e área total lesionada por tratamento de bananas “Maçãs” submetidas a uso de biofilmes e filme de PVC. ....	22

## RESUMO

A banana (*Musa spp*) é uma das frutas mais conhecidas do mundo e é símbolo de referência dos países tropicais, sendo também a fruta mais popular do Brasil. No Brasil cerca de 40% da produção de banana é perdida por danos mecânicos ocorridos desde a colheita até o embalamento e também por doenças fúngicas na pós-colheita. Uma das alternativas para conservação pós-colheita de banana é o uso de películas protetoras. O objetivo foi avaliar o uso de dois biofilmes um a base de fécula de mandioca e um a base amido de milho e também filme sintético a base petróleo o filme de PVC na manutenção da qualidade pós-colheita da banana “Maça”. Os frutos foram colhidos na fazenda Pica Pau no município de Goianésia/GO. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 6 repetições de 3 frutos por parcela (buquês), sob condições ambiente. Utilizou-se duas fontes para a produção dos biofilmes (amido de milho e fécula de mandioca) em três concentrações (2, 4 e 8%), utilizou-se ainda o tratamento com aplicação de filme de PVC e a testemunha sem aplicação. A qualidade dos frutos foi avaliada pelas variáveis: amadurecimento dos frutos, perda de massa final, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, incidência e severidade de podridões aos 12 dias pós-tratamento. O uso do biofilme de fécula de mandioca a 8% é eficiente em manter a aparência externa e retardar o amadurecimento dos frutos além ser comestível e de baixo custo, por isso é indicado para tratamento pós-colheita de banana “Maça”. O biofilme de amido de milho mostrou-se ineficiente em retardar o amadurecimento dos frutos apesar de ter influência positiva no pH, porém não é indicado para o tratamento pós colheita de banana “Maça”. Já o filme de PVC é eficiente em reduzir a perda de massa dos frutos, porém apresenta maiores taxas de podridão.

**Palavras-chave:** *Musa spp.*; Qualidade pós-colheita; podridão.

## ABSTRACT

The banana (*Musa spp*) is one of the best known fruits in the world and is a symbol of reference in tropical countries, being also the most popular fruit in Brazil. In Brazil about 40% of banana production is lost due to mechanical damage from harvest to packaging and also to post-harvest fungal diseases. One of the alternatives for post-harvest banana conservation is the use of protective films. The objective was to evaluate the use of two biofilms one based on manioc starch and one the base corn starch and also synthetic film the petroleum-based PVC film in maintaining the post-harvest quality of the banana "Apple". The fruits were harvested at the Pica Pau farm in the municipality of Goianésia / GO. The design was completely randomized with 8 treatments and 6 replicates of 3 fruits per plot (bouquets), under ambient conditions. Two sources were used for the production of biofilms (corn starch and cassava starch) in three concentrations (2, 4 and 8%), the treatment with PVC film application and the control without application were used. The fruit quality was evaluated by the following variables: fruit ripening, final weight loss, soluble solids content, pH, titratable acidity, incidence and severity of rot at 12 days after treatment. The use of the 8% cassava starch biofilm is efficient in maintaining the external appearance and delaying ripening of the fruits, besides being edible and inexpensive, so it is indicated for post-harvest treatment of "Maça" banana. The maize starch biofilm showed to be inefficient in delaying ripening of fruits despite having a positive influence on pH, but it is not indicated for post-harvest treatment of "Maça" banana. The PVC film is efficient in reducing fruit mass loss, however, it presents higher rates of rot.

**Key-words:** *Musa spp.*; Post-harvest quality; rot

## 1. INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp*) é uma das frutas mais conhecidas do mundo e símbolo dos países tropicais, sendo também a fruta mais popular do Brasil (NEVES, 2010). A fruta apresenta importância socioeconômica e propriedades nutracêuticas, sendo rica em açúcar e sais minerais, principalmente cálcio, ferro, sódio, potássio, vitamina A, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3, vitamina C (NEVES, 2010).

Segundo dados da FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), Índia e Brasil são os maiores produtores e consumidores de bananas no mundo, com a produção brasileira atingindo em 2016 mais de 6.9 milhões de toneladas, em área de 474.054 hectares. A atividade engloba cerca de 800 mil unidades produtoras, sendo a maioria de pequeno porte e de perfil familiar, gerando milhares de empregos (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2017).

De acordo com Ventura & Hinz (2002) cerca de 40% da produção de banana no Brasil é perdida por danos mecânicos ocorridos desde a colheita até o embalamento e também por doenças fúngicas na pós-colheita. As práticas inadequadas no manejo durante a colheita, o transporte e a embalagem provocam injúrias que servem de entrada para patógenos.

Negreiros (2010) relata que o aparecimento de podridões e a redução do tempo de vida pós-colheita de bananas são favorecidos por mudanças físicas e bioquímicas nos frutos, desencadeadas pelo aumento rápido e acentuado na atividade respiratória e na produção endógena de etileno, após a colheita no estágio fisiologicamente desenvolvido. Entre as podridões pós-colheita em banana, destacam-se: antracnose, “podridão do colo” e “podridão da coroa”, que se manifestam principalmente na fruta já madura, levando a perdas significativas (VENTURA & HINZ, 2002).

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), a banana possui uma característica importante entre as frutas climatéricas, devido à larga faixa de maturidade fisiológica, o que permite ser colhida e induzida a maturação com excelente qualidade.

De acordo com Passos et al. (2016) a banana apresenta taxa de metabolismo muito maior que outros frutos comumente consumidos, sendo considerada extremamente perecível. E um dos meios de manter a qualidade dos frutos pós-colheita é com a utilização de filmes plásticos feitos de polímeros sintéticos, e os biofilmes, que consistem num filme fino preparado a partir de materiais biológicos, que atuam como uma barreira ao ambiente externo, e também protegendo contra danos físicos e biológicos ajudando assim a aumentar a vida útil do fruto.

Krotcha & Mulder (1997) relatam que o uso de revestimento a base de amido é uma nova tecnologia que se baseia na formação de um plástico biodegradável a base de amido termoplástico, que possui as características desejáveis a embalagens para alimentos, possuindo baixo custo, alta eficiência, fina espessura, além da possibilidade de carregar compostos antimicrobianos e antioxidantes.

Segundo Lima (2010) o amido encontrado na mandioca apresenta características desejáveis para ser utilizado como revestimento, pois é comestível, de baixo custo e de fácil manipulação. Dessa forma, é também considerada a matéria-prima mais adequada para produção de biofilme, pois torna as hortaliças e frutos mais atrativos para comercialização complementam Luvielmo & Lamas (2012).

A embalagem convencional à base de petróleo, como por exemplo, o policloreto de vinila (PVC), é usada em uma ampla variedade de aplicações devido a sua alta resistência específica e durabilidade, facilidade de processamento e de baixo custo (DEBIAGI et al., 2014), tem sido bastante utilizada para prolongar a vida pós-colheita. No entanto, essas embalagens demoram centenas de anos para se decompor, causando sérios problemas ambientais. Assim, segundo Mali et al. (2005) uma tecnologia promissora e alternativa para preservar a qualidade de frutas e hortaliças é o uso de revestimentos comestíveis ou biofilmes.

Diante do exposto objetivou-se com este trabalho avaliar o uso de dois biofilmes um a base de fécula de mandioca e um a base amido de milho e também filme sintético a base petróleo o filme de PVC na manutenção da qualidade pós-colheita da banana “Maçã”.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Caracterização da área de estudo**

O experimento foi realizado com bananas cultivar “Maçã” oriundas de plantio comercial na fazenda pica-pau, localizada na zona rural do município de Goianésia, situado a aproximadamente 641 m de altitude, apresentando coordenadas geográficas 15° 29’ 12,03’’ de latitude Sul e 49° 21’ 07,42’’ de longitude Oeste do Meridiano de Greenwich. Segundo classificação climática de Köppen e Geiger o clima da região é Aw (tropical com estação seca), possui a temperatura média 24.4 °C e pluviosidade média anual de 1502 mm.

### **2.2. Tratos culturais e delineamento experimental**

Os cachos de bananas foram colhidos manualmente no estágio de maturação 1 (totalmente verde) conforme a escala diagramática de Von Loesecke (1950) e transportados para o laboratório de fitotecnia da Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG), onde foram despencados, e posteriormente os frutos foram selecionados visualmente sem a presença de danos físicos e biológicos e então formando os buques de 3 dedos (3 frutos) Logo após foi efetuado a lavagem dos buques com água corrente e sabão neutro, visando a retirada do látex, sujeiras e pistilos florais, em seguida os buques foram emergidos em uma solução de água e hipoclorito de sódio a 5% por 5 minutos para completar a limpeza.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 6 repetições, totalizando 48 parcelas com 144 frutos , sob condições ambiente. Utilizou-se duas fontes para a produção dos biofilmes (amido de milho e fécula de mandioca) em três concentrações (2, 4 e 8%), utilizou-se ainda o tratamento com aplicação de filme de PVC e a testemunha sem aplicação. A ordem dos tratamentos é apresentada da Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos utilizados

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
T1	Amido de milho (2%)
T2	Amido de milho (4%)
T3	Amido de milho (8%)
T4	Fécula de mandioca (2%)
T5	Fécula de mandioca (4%)
T6	Fécula de mandioca (8%)
T7	Filme de PVC
T8	Testemunha

Para o preparo das soluções de fécula de mandioca (2, 4 e 8%) e de amido de milho (2, 4 e 8%) processo de geleificação foram utilizados, respectivamente 20, 40 e 80 gramas, dos produtos dissolvidos em 1000 ml de água destilada para cada solução. Estas foram submetidas ao aquecimento em banho-maria em temperatura máxima de 70 °C por 15 minutos sob agitação constante. Após o aquecimento e total diluição, as soluções foram deixadas em repouso até alcançarem a temperatura de 35 °C. Para a aplicação dos biofilmes, os buquês foram imersos na solução do biofilme por 1 minuto, e colocados para secar ao ar livre. (PASSOS et al., 2016; SILVA et al., 2015; SANTOS et al., 2010). Subsequentemente, os frutos foram colocados em uma bancada de madeira no laboratório sobre jornal para secagem no período de 9 horas.

Após a secagem, os frutos foram colocados em bandejas de polipropileno. Para o tratamento 7, os frutos foram recobertos com filme de PVC e em seguida colocadas em bandejas de polipropileno. Para testemunha, os buques foram acondicionados em bandejas de polipropileno sem a aplicação de biofilmes e/ou filme de PVC.

Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram mantidos sobre uma bancada de alvenaria, em temperatura ambiente durante 12 dias no laboratório de fitotecnia da FACEG.

### **2.3. Análises de qualidade dos frutos**

A qualidade dos frutos foi avaliada pelas variáveis: amadurecimento dos frutos, perda de massa final, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, incidência e severidade de podridões.

As avaliações de amadurecimento dos frutos foram realizadas visualmente a cada dois dias até o 12º dia de armazenamento, de acordo com escala diagramática de Von Loescke (1950) conforme a tabela 2.

**Tabela 2.** Escala diagramática para avaliação do amadurecimento dos frutos de banana proposta por Von Loescke (1950)

<b>Grau da Escala</b>	<b>Descrição</b>
1	Totalmente Verde
2	Verde com traços amarelos
3	Mais verde que amarelo
4	Mais amarelo que verde
5	Amarelo com pontas verdes
6	Totalmente amarelo
7	Amarelos com áreas marrons

**Fonte:** Von Loescke (1950)

As avaliações de perda de massa dos frutos foram realizadas a cada dois dias até o 12º dia de armazenamento.

Os frutos foram pesados para quantificação da perda de massa, através de balança semi-analítica calculada em percentagem (%), considerando-se a diferença entre a massa inicial do fruto e aquela obtida em cada intervalo da amostragem. A perda de massa final foi obtida pela equação proposta por Oliveira (2010) a seguir:

$$\text{Perda de massa final} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

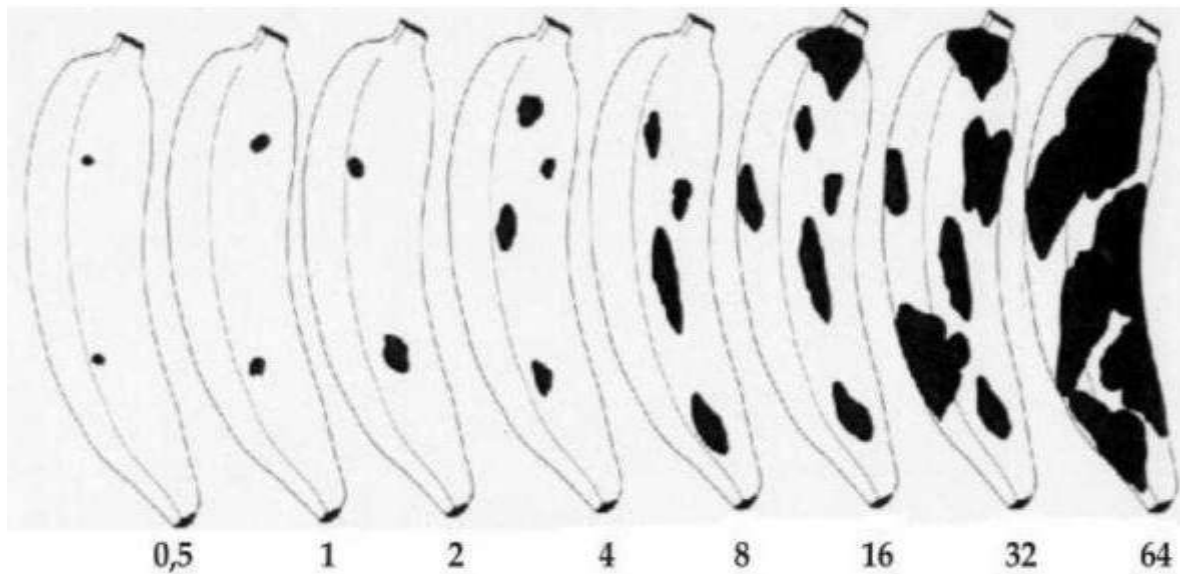
As variáveis sólidos solúveis (°Brix), pH e acidez titulável foram realizadas após o término do período de conservação (12 dias). Para a análise do pH, foi preparada uma solução utilizando-se um mixer para triturar e homogeneizar cada repetição, obedecendo-se as seguintes proporções: 20 g de polpa de banana e 100 ml de água destilada, formando a solução. O brix foi avaliado através do uso de refratômetro e o pH foi avaliado com o uso de um pHmetro de bancada. A acidez titulável foi determinada através da titulação de 2 g da polpa, em 50 mL de água destilada, adicionado o indicador fenolftaleína e realizada a titulação com NaOH 0,1 N, com resultados expressos em g de ácido málico/100 g de polpa (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008)



A incidência de podridão representa a porcentagem de frutos com sintomas da doença. A determinação foi feita utilizando a seguinte fórmula:  $I = (NFL/NFT) \times 100$ , em que I = incidência (%); NFL = número de frutos com lesões; e NFT = número total de frutos.

A severidade representa a porcentagem da área da casca dos frutos com sintomas da doença. A determinação foi feita com o auxílio de escala diagramática específica para antracnose em bananas (Figura 1) (MORAES et al., 2008).

**Figura 1** - Escala diagramática de severidade de podridões em frutos de banana, cujos valores correspondem à porcentagem de área lesionada por fruto.



Fonte: (MORAES et al., 2008).

As variáveis obtidas, exceto incidência e severidade de podridão foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de scott-knott ( $P < 0,05$ ). As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico Assistat Beta 7.7

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos para a variável amadurecimento apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Graus de maturação de bananas "Maçã" submetidas ao uso de biofilmes e filme PVC de acordo com o diagrama de Von Loescke.

Tratamentos	2° Dia	4° Dia	6° Dia	8° Dia	10° Dia	12° Dia
Amido de milho (2%)	2,00 a	3,00 a	4,33 a	6,17 a	6,83 a	7,00 a
Amido de milho (4%)	2,00 a	2,50 a	3,00 a	5,16 a	6,17 a	7,00 a
Amido de milho (8%)	1,33 b	2,33 a	4,33 a	5,67 a	6,33 a	6,50 a
Fécula de mandioca (2%)	2,00 a	2,50 a	5,17 a	6,33 a	6,83 a	7,00 a
Fécula de mandioca (4%)	2,33 a	2,50 a	4,17 a	6,17 a	6,67 a	7,00 a
Fécula de mandioca (8%)	1,00 b	1,00 a	3,67 a	4,67 a	4,67 b	5,17 b
Filme de PVC	1,67 a	1,83 a	4,17 a	6,17 a	6,33 a	6,83 a
Testemunha	2,00 a	2,67 a	5,00 a	6,50 a	7,00 a	7,00 a
CV (%)	24,96	46,79	36,73	18,87	11,08	9,21

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de scott-knott a 5% de probabilidade.

No segundo dia após o início do experimento, os tratamentos amido de milho a 8% e fécula de mandioca a 8% retardaram o processo de maturação. No quarto, sexto e oitavo dias não houve diferença entre os tratamentos analisados. No décimo e décimo segundo dia o tratamento fécula de mandioca a 8% foi superior aos demais tratamentos apresentando o menor grau de maturação (5,17), enquanto os demais tratamentos não apresentaram diferenças entre eles. Estes resultados estão abaixo dos obtidos por Silva et al. (2015) que ao aplicarem biofilme de fécula de mandioca com concentrações de 0, 2, 4, 6 e 8% em bananas "Maçãs" observaram uma mudança linear de coloração na cor da casca no decorrer do período de armazenamento apresentando nota 6,75 (casca totalmente amarelada) aos 12 dias

Tais resultados concordam com os obtidos por Sarmiento et al. (2015) ao testarem biofilme de fécula de mandioca com a concentração de (3 %) e filme de PVC em bananas "Prata Catarina" verificaram alteração da coloração das frutas durante o armazenamento. Segundo Sarmiento et al. (2015) a mudança da cor verde para amarela foi mais intensa nas frutas do controle. Nos demais tratamentos, as frutas mantiveram partes verdes por mais tempo, não atingindo a mesma intensidade de coloração amarela que as frutas controle ao final do armazenamento.

Estes resultados podem ser explicados, segundo Mannhein & Soffer (1996), pois o uso de biofilmes há uma considerada redução dos níveis de  $O_2$  e aumento nos níveis de  $CO_2$  no interior das embalagens de PVC e menor passagem de  $O_2$  para o interior das frutas

recobertas com fécula de mandioca, levando a uma diminuição do metabolismo e induzindo a lenta degradação da clorofila na casca.

Com relação à vida útil dos frutos o tratamento com fécula de mandioca a 8%, obteve prolongamento da vida útil, conseguido manter o estágio de maturação 5 (amarelo com pontas verde) até os 12 dias de avaliação. Silva et al. (2015) observaram que, a aplicação de biofilme de fécula de mandioca com a concentração de 8% proporcionou vida útil nos frutos (grau de maturação 7) de 16,28 dias enquanto que sem a aplicação do biofilme foi de apenas 8,6 dias, demonstrando o efeito do revestimento em retardar o amadurecimento dos frutos e prologando a vida útil (OLIVEIRA, 2010).

Santos et al. (2010) observaram que as concentrações de fécula de mandioca a 4% e 6% atrasaram a evolução da cor da casca das mangas 'Tommy Atkins' e não permitiram uma pigmentação uniforme. Segundo os autores, isto ocorreu provavelmente pelo fato das películas formadas na superfície das frutas impedirem as trocas gasosas, favorecendo redução drástica do seu metabolismo.

Os resultados observados neste trabalho referente a pH, acidez titulável e sólidos solúveis são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4** – Valores médios de pH, sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável (g ácido málico/100 g de polpa) de bananas cultivar “Maçã” submetidas a uso de biofilmes e filme PVC.

Tratamentos	pH	Sólidos Solúveis	Acidez titulável
Amido de milho (2%)	5.12 c	21.66667 a	0.11000 a
Amido de milho (4%)	5.19 c	15.33333 b	0.08667 a
Amido de milho (8%)	5.73 a	22.50000 a	0.06500 a
Fécula de mandioca (2%)	5.17 c	21.66667 a	0.09667 a
Fécula de mandioca (4%)	5.48 b	16.50000 b	0.10833 a
Fécula de mandioca (8%)	5.79 a	18.00000 b	0.08500 a
Filme de PVC	5.23 c	17.66667 b	0.06667 a
Testemunha	5.33 c	20.83333 a	0.10667 a
CV (%)	4,33	18,29	33.88

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de scott-knott a 5% de probabilidade

Para a variável pH, observou-se diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Os tratamentos com biofilme de amido de milho a 8%, fécula de mandioca a 4% e fécula de mandioca a 8%, apresentaram valores acima da faixa ideal de pH para frutos maduros que de acordo com Neves (2010) varia de 4,4 a 5,4, o que mostra que os tratamentos amido de milho a 8% e fécula de mandioca a 8 % foram capazes de retardar o processo de maturação.

Os valores obtidos nesse trabalho estão próximos aos valores encontrados por Silva et al. (2015) que ao aplicarem biofilme de fécula de mandioca com concentrações de 0, 2, 4, 6 e 8% em bananas “Maçãs” obtiveram valores médios de pH 5.4 aos 12 dias.

Os valores obtidos de sólidos solúveis (°Brix) apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ). Os tratamentos com maiores valores foram amido de milho a 2% e 8%, fécula de mandioca 2% e a testemunha que diferiram dos demais.

Os resultados estão de acordo com a faixa de variação de °Brix citada por Neves (2010) que é de 28° Brix. Segundo Oliveira (2010), com o amadurecimento dos frutos há acúmulo de açúcares, aumentando o teor de sólidos solúveis. Isso se deve a hidrólise do amido que acarreta neste acúmulo de açúcares, além da ação do revestimento aplicado que concentra  $CO_2$  e reduz o  $O_2$ , isto propicia a redução do transporte dos gases e da umidade, afetando o processo de maturação dos frutos (ALMEIDA et al., 2006; OLIVEIRA, 2010; SILVA et al., 2015).

Silva et al. (2015) ao aplicarem biofilme de fécula de mandioca com concentrações de 0, 2, 4, 6 e 8 % em bananas “Maçãs” observaram que a maior concentração (8%) proporcionou o menor teor de sólidos solúveis (15,2°Brix). Cardoso et al. (2008) observaram o efeito positivo no retardar do amadurecimento dos frutos de bananas ‘Pacovan’ embalados com o filme de PVC, apresentando estes menores teores de sólidos solúveis aos 8 dias pós-tratamento. Passo et al. (2016) também observaram o efeito no retardar do amadurecimento dos frutos de bananas “Prata” com aplicação de biofilme de “amido de milho (6%) + própolis” proporcionou o menor teor de sólidos solúveis (14,92°Brix) aos 13 dias pós-tratamento.

Isto demonstra que os tratamentos amido de milho (4%), fécula de mandioca (4 e 8%) e Filme de PVC, retardaram o amadurecimento e, conseqüentemente, a menor conversão do amido em açúcares simples.

Os valores obtidos de acidez titulável não apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre nenhum dos tratamentos.

A acidez titulável dos frutos avaliados neste trabalho estão abaixo da faixa descrita por Neves (2010), em que o autor relata que a acidez dos frutos maduros varia de 0,22 a 0,57 %. Porém alguns valores encontrados ficaram próximos ao obtido por Souza et al. (2013) para bananas “Maçã” e “Prata Zulu” que ambas foram de 0,12 % de ácido málico. Segundo (CHITARRA & CHITARRA, 2005) a acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos, onde estes são encontrados, na forma livre ou combinados, nos vacúolos celulares ajudando a compor o aroma característico das frutas. Em bananas o processo de

amadurecimento aumenta a acidez, devido à formação do ácido málico. (MANOEL, 2008; SILVA & MELO, 2003).

Os valores obtidos para perda de massa final apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ). O melhor tratamento foi o com filme de PVC com a perda de massa de 12,28 %, porém apesar de menores perdas apresentou maior taxa de podridão. Foram seguidos pelos tratamentos amido de milho (4%) e fécula de mandioca (4%) e por último os demais tratamentos foram semelhantes (Tabela 5).

**Tabela 5.** Perda de massa final de bananas “Maçãs” submetidas a uso de biofilmes e filme PVC.

<b>Tratamentos</b>	<b>Perda de massa final</b>	
Amido de milho (2%)	20,38	a
Amido de milho (4%)	16,98	b
Amido de milho (8%)	19,51	a
Fécula de mandioca (2%)	22,13	a
Fécula de mandioca (4%)	17,62	b
Fécula de mandioca (8%)	22,17	a
Filme de PVC	12,28	c
Testemunha	24,32	a
CV (%)	19,36	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de scott-knott a 5% de probabilidade

Cardoso et al. (2008) também obtiveram valores de perda de massa próximo a 2% em bananas “Pacovan” recobertas filme de PVC no oitavo dia pós-tratamento. A perda de massa é um fator importante no aspecto comercial da banana, pois sua comercialização se dar, geralmente, por meio de sua massa podendo ainda comprometer a aparência, proporcionando aspecto enrugado ao fruto (SANTOS et al., 2006).

De acordo Chitarra & Chitarra (2005) o filme de PVC apresenta alta permeabilidade a gases e é uma ótima barreira contra o vapor d’ água. Esse fato provavelmente explica porque o filme PVC foi efetivo na contenção de perda de massa.

Sarmento et al. (2015) obtiveram valores de perda de massa de 2,56 % para bananas “Prata Catarina” recobertas com filme PVC no décimo dia pós-tratamento. Segundo Chitarra & Chitarra (2005) a perda de massa está intimamente associada à perda de água, que é minimizada no armazenamento sob atmosfera modificada, devido ao aumento da umidade relativa no interior da embalagem, saturando a atmosfera ao redor do fruto, o que proporciona a diminuição do déficit de pressão de vapor d’água em relação ao ambiente de armazenamento, minimizando a taxa de transpiração.

As taxas de frutos com sintomas de podridão e área total lesionada por tratamento estão apresentadas na Tabela 6.

**Tabela 6.** Taxas de frutos com sintomas de podridão e área total lesionada por tratamento de bananas “Maçãs” submetidas a uso de biofilmes e filme de PVC.

<b>Tratamento</b>	<b>% de frutos com sintomas</b>	<b>% da área lesionada</b>
Amido de milho (2%)	66,67	11,72
Amido de milho (4%)	83,33	7,77
Amido de milho (8%)	77,77	3,78
Fécula de mandioca (2%)	100	20,78
Fécula de mandioca (4%)	88,88	9,19
Fécula de mandioca (8%)	44,44	5,33
Filme de PVC	83,33	43,46
Testemunha	100	26,67

Todos os tratamentos apresentaram sintomas de podridão, as coberturas não impediram completamente o desenvolvimento do patógeno causador. A porcentagem de frutos afetados variou de 44,44 % no tratamento fécula de mandioca (8 %) a 100% nos tratamentos fécula de mandioca (2%) e testemunha. De acordo com Cerqueira (2007) com o amadurecimento das frutas a disponibilidade de nutrientes e energia aumenta para o desenvolvimento do microrganismo invasor, facilitando o estabelecimento e desenvolvimento dos patógenos.

Em relação à percentagem (%) de área lesionada o tratamento fécula de mandioca (8%) apresentou a menor área lesionada 5,33 % e o tratamento Filme de PVC apresentou a maior área lesionada 43,46 %.

Soares (2016) observou que frutos de bananas “Prata” submetidos biofilmes de fécula de mandioca com as concentrações de 2 e 3% não exercem atividade sobre o fungo *Colletotrichum musae* in vitro, mas in vivo impedem a germinação e penetração do patógeno. O referido fungo é um dos causadores de podridões pós-colheita em frutos de banana.

Ficher et al. (2016) constataram em frutos de goiaba “Pedro Sato” tratados com biofilme de fécula de mandioca a 3% apresentaram 66,7 % de frutos com sintomas de antracnose e frutos tratados “hidrotermicamente + fécula de mandioca (3%)” apresentaram 33,8 % de sintomas de antracnose aos 8 dias pós-tratamento. Zanela et al. (2014) observaram em frutos de pêssigo “Eldorado” tratados com biofilme fécula de mandioca (3%) apresentaram 33,05 % de podridão 5 dias pós-tratamento.

Segundo Jacomino et al. (2003) os biofilmes formam uma atmosfera modificada em volta dos frutos que retarda a senescência e conseqüentemente reduz a susceptibilidade ao ataque de patógenos, nesse contexto de acordo do Chitarra e Chitarra (2005) o controle da respiração proporcionado pelos biofilmes é essencial para prolongar o armazenamento na pós-colheita dos frutos, uma vez que a intensidade das reações bioquímicas pode acelerar a senescência e como resultado o fruto torna-se mais suscetível à perda de massa e ao ataque de microrganismos.

A eficiência na redução da percentagem de frutos com sintomas e área lesionada de podridão nos frutos revestidos com película à base fécula mandioca a (8%) se deu pela interferência da película sobre o processo de maturação dos frutos, mantendo-os resistentes por mais tempo, pois durante o amadurecimento há decréscimo de compostos fenólicos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Em relação ao filme de PVC por apresentar alta permeabilidade a gases, e ser uma excelente barreira contra o vapor d'água, a perda de massa foi menor, o que sugere que quantidade de água livre foi maior. De acordo com Bolzan (2013) a água livre é aquela que se apresenta fracamente ligada aos demais componentes dos alimentos. Esta água poderá servir de meio de cultivo para microrganismos e como meio de reações químicas e bioquímicas, provocando alterações indesejáveis nos alimentos, levando à perda de sua qualidade. Esse fator associado com a temperatura ambiente e presenças do patógeno nos frutos podem estar associados a maior área lesionada provocada pela doença.

De acordo com Awad (1993) as doenças pós-colheita como podridões são influenciadas por um ambiente favorável, patógeno agressivo e hospedeiro susceptível. Essas doenças apresentam frequência e intensidade proporcional entre a colheita e o consumo, sua ocorrência é favorecida diretamente pelas condições ambientais decorrentes nesse período. Entre as variáveis ambientais que mais afetam o início e o progresso de doenças destaca-se a temperatura e a umidade. A temperatura pode influenciar na germinação e no número de esporos de alguns patógenos, já a umidade é imprescindível para emissão de tubo germinativo e penetração no hospedeiro, provocando alterações na incidência e severidade, favorecendo a multiplicação de microrganismos (AGRIOS, 2005).

As diferenças observadas entre os recobrimentos com biofilmes e filme de PVC, é provavelmente devido ao nível de contaminação no campo, uma vez que não foi realizada a inoculação do microrganismo nos frutos e o processo de sanitização teve como alvo principal a limpeza.

#### 4. CONCLUSÕES

O uso do filme PVC e do biofilme de fécula de mandioca a 8% influenciam as características físico-químicas avaliadas para banana “Maçã” armazenada sob condições ambiente, exceto a acidez titulável.

O uso do biofilme de fécula de mandioca a 8% é eficiente em manter a aparência externa e retardar o amadurecimento dos frutos além ser comestível e de baixo custo, por isso é indicado para tratamento pós-colheita de banana “Maçã”.

O biofilme de amido de milho mostrou-se ineficiente em retardar o amadurecimento dos frutos apesar de ter influência positiva no pH, porém não é indicado para o tratamento pós colheita de banana “Maçã”.

O filme de PVC é eficiente em reduzir a perda de massa dos frutos, porém apresenta maiores taxas de podridão.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. Environmental effects on the development of infectious plant disease. In: **Plant pathology**. 5th ed. Burlington: Elsevier. p. 249-257. 2005.
- 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 DA FRUTICULTURA 2017** / Cleonice de Carvalho... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. 88 p.: il. 2017.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- BOLZAN, R. C. **Bromatologia**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2013.
- CARDOSO, J. M. S.; SANTOS, A. O.; LIMA, M. A. C.; MARQUES, M. A.D.; SILVA, M. G. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de bananas “Pacovan”. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 3., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CEFET-CE: SETEC: MEC: RE-DENET, 2008.
- CERQUEIRA, T. S. Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. ‘Kumagai’. **Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas)**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, 2007”.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo**. 2. Ed. Lavras: UFLA. 785 p. 2005.
- DEBIAGI, F.; KOBAYASHI, R. K. T.; NAKAZATO, G.; PANAGIO, L. A.; MALI, S. Biodegradable active packaging based on cassava bagasse, polyvinyl alcohol and essential oil. **Industrial Crops and Products**. 52:664-670, 2014.
- FAO – FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION - **Organização das Nações Unidas para alimentação e a agricultura**. 2017.
- FISCHER, I. H., PALHARINI, M. C. D. A., FILETI, M. D. S., NOGUEIRA JÚNIOR, A. F., & PARISI, M. C. M. Tratamentos alternativos no controle da antracnose e sobre a qualidade de goiabas ‘Pedro Sato’. **Summa Phytopathologica**, 42(4), 333-339. 2016.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos de alimentos**. 5. Ed. São Paulo. 120 p. 2008.
- JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista brasileira de fruticultura**, 25(3), 401-405. 2003.

KROTCHA J.M.; MULDER, J. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, Baltimore, v.51, n.02, p.60-74, 1997.

LIMA, O. L. B. Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de revestimentos naturais. 53f. 2010. **Dissertação (Mestrado em produção vegetal)** – Programa de pós-graduação em Agronomia da Universidade do Acre. 2010.

LOESECKE, H. W. V. **Bananas: chemistry, physiology, and technology**. New York: Chapman and Hall. 189p. 1950.

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S.V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, Pelotas, v.8, n.1, p. 8-15, 2012.

MANNHEIN, C. H.; SOFFER, T. Permeability of different wax coatings and their effect on citrus fruit quality. **Journal of Agriculture Food Chemest**, Easton, v. 44, n. 3, p. 919-23, 1996.

MANOEL, L. Qualidade e conservação de Banana Nanica, irradiada, climatizada e refrigerada. 2008. 122 f. **Tese (Doutorado em Agronomia)**. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu, SP. 2008.

MALI, S.; VICTÓRIA M. E.; GROSSMANNA, M. A.; GARCÍAB, M. N.; MARTINOB, C.; NOEMI E.; ZARITZKYB, C. Mechanical and thermal properties of yam starch films. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 19, p. 157-164, 2005.

MORAES, W.S.; ZAMBOLIM, L.; LIMA, J.D. Quimioterapia de banana ‘Prata Anã’ no controle de podridões em pós-colheita. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.75, n.01, p.79-84, jan./mar. 2008.

NEGREIROS, R. J. Z. D. Controle da antracnose na pós-colheita de bananas “nanicão” e “prata” com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** Universidade Federal de Viçosa, 2010.

NEVES, L. C.; **Manual Pós-colheita da Fruticultura Brasileira**. Editora: EdueL. 493 p. 2010.

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

PASSOS, A. B.; CAMPAGNOLI, V. P.; EVANDO L. COELHO, E. L.; MORAIS, V. S. P. Uso da fécula de mandioca e de amido de milho na pós-colheita de banana “Prata”. **8ª jornada científica e tecnológica e 5º simpósio da pós-graduação do Ifsuldeminas**. Campus Passos, 2016.

SANTOS, A. E. O.; GRAVINA, G. A.; BERBERT, A. P.; ASSIS, J. S.; BATISTA, P. F.; SANTOS, O. O. Efeito do tratamento hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas “Tommy Atkins”. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 140-146, 2010.

SANTOS, C. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; BOTREL, N.; PINHEIRO, A. C. M. Influência da atmosfera controlada sobre a vida pós-colheita e qualidade de banana ‘prata anã’. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 317-322, mar./abr., 2006.

SARMENTO, D. H.A; SOUZA, P. A; SARMENTO, J. D. A; FREITAS, R. V. S; FILHO, M. S. Armazenamento de banana ‘Prata Catarina’ sob temperatura ambiente recobertas com fécula de mandioca e PVC. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 235 – 241 abr. – jun., 2015.

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.

SILVA, A. P. P.; MELO, B.; **colheita e pós-colheita da banana**. 2003.

SOARES, M. G. O. Padronização da inoculação e controle da antracnose em bananas com película à base de fécula de mandioca e óleos essenciais. 2016. 99 p. **Dissertação (Mestrado em Agronomia /Fitopatologia)**. Universidade Federal de Lavras. 2016.

SOUZA, M. E.; LEONEL, S.; MARTINS, R. L.; SEGTOWICK, E. C. S. Caracterização físico-química e avaliação sensorial dos frutos de bananeira. **Revista Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p. 13-17, out./dez., 2013.

VENTURA, J. A.; HINZ, R. H. Controle das doenças da bananeira. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H. (Eds.). **Controle de doenças de plantas: fruteiras**. Viçosa, MG: UFV. v. 2, p. 839- 926. 2002.

ZANELA, J.; WAGNER, J. A.; MIGUEL, M. S.; CITADIN, I.; LUCHMANN, J. A. Biofilmes para o controle da podridão parda em pêssegos Eldorado. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, 7(3). 2014.