

Capítulo 1

Impacto do revestimento comestível ativo sobre características físico-químicas de banana Prata Anã estocada sob temperatura ambiente

Márcia Farias Andrade¹; Maria Luiza D’Almeida Casaro²; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira³; Juliana Pinto de Lima⁴; Érika Endo Alves*⁴

Resumo

A banana Prata Anã é uma fruta muito consumida mundialmente e que apresenta alta perecibilidade, fato que limita o transporte e a comercialização. Dentre as várias alternativas que podem ser utilizadas para aumentar a sua vida útil, encontram-se os revestimentos comestíveis, que podem ser elaborados com diversos compostos e são passíveis de carrear diferentes agentes ativos. Neste trabalho, avaliou-se o efeito do revestimento comestível incorporado com Equinácea purpúrea sobre características físico-químicas da banana Prata Anã estocada sob temperatura ambiente. Bananas no estágio 2 de maturação foram previamente selecionadas, lavadas e sanitizadas, sendo em seguida, cobertas com uma das formulações de revestimento elaboradas com 2% de fécula de mandioca, 1% de gelatina, glicerol e incorporadas com diferentes concentrações de Equinácea purpúrea em pó (0%, 0,9% e 1,2%). Os frutos revestidos e não revestidos (amostra controle) foram porcionados, pesados e acondicionados em bandejas de isopor, sendo estocados em temperatura ambiente (média de 29 °C) por oito dias e avaliados a cada dois dias quanto à acidez titulável (% de ácido málico), pH, teor de sólidos solúveis totais (°Brix) e ratio (relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez titulável). Os resultados obtidos demonstram que o tempo de estocagem foi o principal fator que impactou as características físico-químicas das amostras, levando ao desenvolvimento da maturação, evidenciada pelo aumento da acidez, queda do pH, aumento dos sólidos solúveis totais e aumento do ratio. O ratio também foi influenciado pelos revestimentos, sendo que as bananas cobertas com formulações contendo 0,9% e 1,2% de Equinácea apresentaram as menores oscilações de valores, indicando um possível efeito do revestimento ativo sobre esta característica. Conclui-se que os revestimentos devem ser reformulados, com uso de concentrações superiores a 1,2% de Equinácea e novas avaliações devem ser realizadas para verificar seu efeito sobre a banana Prata Anã estocada.

Palavras-chave: Agentes ativos naturais. Conservação pós-colheita. Embalagem ativa. Equinácea purpúrea. Frutos climatéricos.

¹ Graduada em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG.

² Graduanda em Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.

³ Técnica Administrativa, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG.

⁴ Professora, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG.

*E-mail para correspondência: erikaea@ica.ufmg.br

Introdução

A banana (*Musa spp.*) é considerada uma das frutas mais consumidas mundialmente, com grande importância socioeconômica devido ao seu baixo custo, geração de renda, facilidade de preparo em processos industriais e de suas diversas possibilidades para consumo *in natura* (SANTOS *et al.*, 2019).

Trata-se de um fruto tropical de grande importância econômica para o Brasil e que possui diversas variedades comerciais, das quais se destacam as pertencentes aos subgrupos Cavendish (Nanica, Nanicão e Grande Naine), que constituem as principais variedades exportadas, e as dos subgrupos Prata (Prata Anã e Pacovan), Maçã, Mysore, Terra e D'Angola, mais consumidas no mercado interno (SILVA; SANTOS-SEREJO; CORDEIRO, 2004; VIANA *et al.*, 2017).

A banana é classificada como um fruto climatérico, caracterizado por uma elevação da intensidade respiratória durante a maturação, sob a influência do etileno (C_2H_4) (ÁLVARES, 2003). Essa alteração metabólica ocorre de forma rápida e com grande gasto de energia que, associada a fatores como elevado teor de umidade, torna o fruto muito perecível, demandando que o transporte e a comercialização ocorram de forma rápida e planejada, para reduzir as perdas e manter as características desejáveis ao consumidor final (MAIA *et al.*, 2017).

As perdas pós-colheita de bananas podem ter origens mecânicas, fisiológicas e microbiológicas, sendo os danos de origem mecânica considerados os mais relevantes para a conservação da qualidade dos frutos, pois além de causarem ferimentos, amassamentos e cortes, podem influenciar em outros tipos de danos (OLORUNDA, 2000). Dentre as técnicas que podem ser empregadas para reduzir as perdas pós-colheita, destacam-se o armazenamento sob temperatura de refrigeração, o uso de atmosfera controlada ou modificada com filmes flexíveis, a utilização de revestimentos comestíveis, entre outros processos (BOTREL *et al.*, 2002).

O revestimento comestível é uma espécie de embalagem que possui diversas funcionalidades – redução de trocas gasosas e da perda de umidade, manutenção da textura, entre outras funções – dependendo da sua composição. Para a produção de revestimentos comestíveis, são empregados, de forma isolada ou combinada, os carboidratos, proteínas e lipídeos provenientes de diversas fontes. O amido e a gelatina estão entre os materiais disponíveis mais estudados, devido ao baixo custo, solubilidade em água, potencial de incorporação de agentes ativos com diferentes propriedades, entre outras particularidades (ASSIS; BRITO, 2014; BRAZEIRO *et al.*, 2018).

Uma das alternativas de agentes ativos e naturais que pode ser adicionada aos revestimentos comestíveis é a Equinácea purpúrea (*Echinacea purpurea*), uma planta medicinal que vem sendo muito utilizada na medicina moderna e tradicional, por apresentar em sua composição diversos grupos

funcionais e que podem ser benéficos à saúde, tais como alquilamidas, derivados do ácido caféico e outros compostos fenólicos, glicoproteínas e polissacarídeos. Sua incorporação aos revestimentos comestíveis pode ser benéfica devido a sua atividade antioxidante, antimicrobiana e por ser descrita como uma erva medicinal segura que possui poucos efeitos adversos (HU; KITTS, 2000; KARSCH-VÖLK *et al.*, 2014; RADY; ABOUL-ENEIN; IBRAHIM, 2018). Apesar do seu potencial, a Equinácea ainda é pouco explorada como agente ativo em produtos alimentícios, demandando pesquisas que avaliem seus efeitos, possibilidades de aplicação e limitações de uso.

Diante do exposto, objetivou-se no presente estudo, avaliar o efeito dos revestimentos comestíveis incorporados com Equinácea purpúrea sobre características físico-químicas de banana Prata Anã estocada por oito dias sob temperatura ambiente.

Material e Métodos

Bananas da cultivar Prata Anã foram adquiridas na Cooperativa do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), *Campus* Montes Claros e transportadas para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais do mesmo Instituto. As frutas foram selecionadas por estágio de maturação (estádio 2 da Escala de Von Loesecke, conforme PBMH e PIF (2006) e qualidade aparente, lavadas em água corrente, sanitizadas (imersão em solução de hipoclorito de sódio em concentração de 0,2% por 20 min), enxaguadas em água corrente e reservadas.

O revestimento comestível foi elaborado com materiais adquiridos no mercado de Montes Claros (MG) e sua formulação baseou-se em 2% de fécula de mandioca (m/v) e 1% de gelatina em pó sem sabor (m/v), adicionada de Equinácea purpúrea em pó (Shaanxi Jiahe Phytochem Co. Ltd, China) adquirida em uma farmácia de manipulação de Montes Claros. A fécula de mandioca e a gelatina foram solubilizadas em água destilada e a solução resultante aquecida até 70 °C. O gel obtido foi resfriado até 40 °C, sendo em seguida, adicionado de glicerol (proporção de 0,45 mL por litro de gel), aditivo empregado com a função de plastificante, para gerar um revestimento mais homogêneo, flexível e menos quebradiço. Após a adição do glicerol e homogeneização, o gel foi dividido em três partes de mesmo volume, sendo que cada porção recebeu diferentes quantidades de Equinácea purpúrea em pó (*Echinacea purpurea*), de forma a obter géis com 0% (sem agente ativo), 0,9% e 1,2% de Equinácea (m/v) (Figura 1-A). As concentrações de Equinácea utilizadas foram determinadas por meio de testes preliminares, realizados com revestimentos contendo diferentes quantidades do agente ativo, sendo escolhidas as concentrações que apresentaram melhor

desempenho quanto à manutenção da cor das bananas durante o armazenamento sob temperatura ambiente (temperatura média de 29 °C).

Os géis elaborados foram utilizados para a cobertura das bananas previamente preparadas, as quais foram porcionadas e imersas por seis minutos em uma das três formulações. Após o tempo de imersão, foram retiradas do gel e colocadas sobre bandejas perfuradas para facilitar a drenagem do excesso de gel e em seguida, dispostas no desidratador de bandejas (marca Pardal, Modelo PE 14), somente sob ventilação (velocidade do ar: 0,5 m/s; temperatura: 25 °C), para acelerar a secagem do revestimento. Com o intuito de favorecer a comparação e de assegurar que possíveis efeitos sobre as características estudadas seriam decorrentes dos revestimentos empregados, parte das bananas não foi submetida ao processo de revestimento, constituindo a amostra controle (sem revestimento).

Todas as amostras foram pesadas, acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido (isopor) com a devida identificação, sendo dispostas quatro unidades amostrais por bandeja e estocadas sob condições ambientais (temperatura média de 29 °C e umidade relativa média de 44%) por até oito dias (Figura 1-B). A quantidade de unidades amostrais por bandeja foi planejada para atender às avaliações (do tipo destrutivas) realizadas em cada período de estocagem, sem reaproveitamento das amostras.

A cada dois dias, as amostras foram submetidas às análises de acidez titulável (% de ácido málico), pH, teor de sólidos solúveis totais (°Brix) e ratio (relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez titulável), que foram realizadas com a polpa da banana, em triplicata e segundo metodologias do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008).

Figura 1 - Elaboração do revestimento comestível (A) e acondicionamento das bananas (B)



Fonte: Das autoras, 2021.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com três repetições (lotes diferentes de banana) e em arranjo do tipo parcela subdividida, tendo nas parcelas os tratamentos – revestimentos com as diferentes concentrações de Equinácea (0%, 0,9% e 1,2%) e a

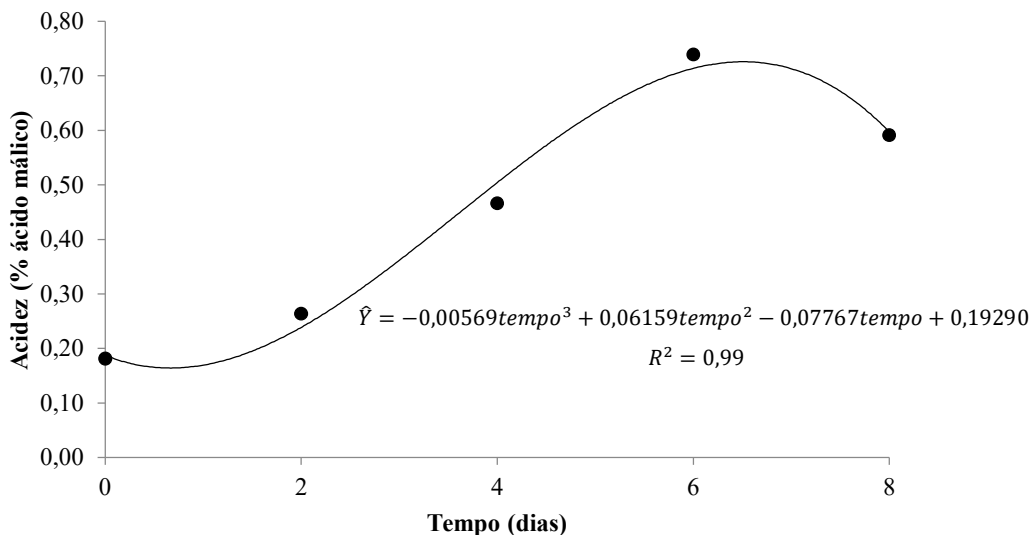
amostra controle (sem revestimento) – e nas subparcelas, os tempos de estocagem (0, 2, 4, 6 e 8 dias). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e à análise de regressão ao nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos pela análise de variância indicam que a acidez titulável, o pH e o teor de sólidos solúveis totais foram influenciados apenas pelo tempo de estocagem ($p < 0,05$), enquanto o ratio foi impactado pelo tempo de armazenamento e pelos tratamentos ($p < 0,05$). Assim, somente os dados do ratio foram avaliados por tratamento na análise de regressão.

O modelo de regressão ajustado para o comportamento da acidez titulável durante o armazenamento das bananas (modelo de 3º grau) demonstra que houve uma tendência inicial de aumento, com um pico de acidez no 6º dia de avaliação (0,74%) e decréscimo no último dia de análise, com média de 0,59% (Figura 2). Este desempenho é comum no processo de amadurecimento da banana, fruto que possui como ácido majoritário o ácido málico, o qual foi considerado no cálculo da acidez titulável (%).

Figura 2 - Variação da acidez titulável (% de ácido málico) das bananas Prata Anã estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%



Fonte: Das autoras, 2021.

A acidez da banana decorre, principalmente, da concentração dos ácidos málico, cítrico e oxálico e seu aumento é justificado pelo metabolismo dos ácidos tricarbóxicos durante o amadurecimento, sendo o decréscimo da acidez após o ponto máximo, explicado pelo início da

senescência, fase em que os ácidos orgânicos são utilizados como substratos do processo de respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Desta forma, a redução da acidez no 8º dia de estocagem é um indício de que as bananas já estavam na fase de senescência.

A tendência observada, de aumento gradual da acidez, é similar ao comportamento relatado por Pimentel *et al.* (2010) para banana Prata Anã cultivada no Norte de Minas Gerais e estocada em câmara fria (temperatura de 22 ± 1 °C e umidade relativa de $75 \pm 5\%$), cuja acidez inicial foi de 0,18% (estádio 2 de maturação), com pico de 0,70% (estádio 5) e acidez final de 0,69% (estádio 6). Os autores verificaram que sob as condições de estocagem adotadas, as amostras ultrapassaram o estágio 6 de maturação aos 12 dias de armazenamento.

De acordo com Assis e Brito (2014), as coberturas e os revestimentos comestíveis têm potencial para retardarem o amadurecimento, cuja efetividade depende de fatores como tipo de material utilizado em sua elaboração, características do fruto a ser revestido (superfície, fisiologia etc.), condições de armazenamento entre outros. O fato da acidez, do pH e do teor de sólidos solúveis não terem sido influenciados pelos tratamentos, evidencia, a princípio, que não houve alteração no processo de maturação das bananas. Entretanto, a ausência de impacto dos revestimentos comestíveis sobre o comportamento da acidez é observada no trabalho de Souza, Feitosa e Figueiredo (2018), sobre banana Prata revestida com gelatina, pectina e goma xantana e estocada sob temperatura ambiente ($24,3 \pm 5$ °C) e a $74 \pm 4\%$ U.R. Os autores observaram que a acidez das amostras foi alterada apenas pelo tempo de estocagem e que houve um aumento da acidez entre o 1º e o 3º dia, de 0,18% para 0,31%, seguido por uma estabilidade dos valores (entre 0,36% e 0,38%) até o 9º dia de armazenamento, indicando que ao contrário do presente estudo, as bananas não haviam chegado ao valor máximo de acidez durante esse período.

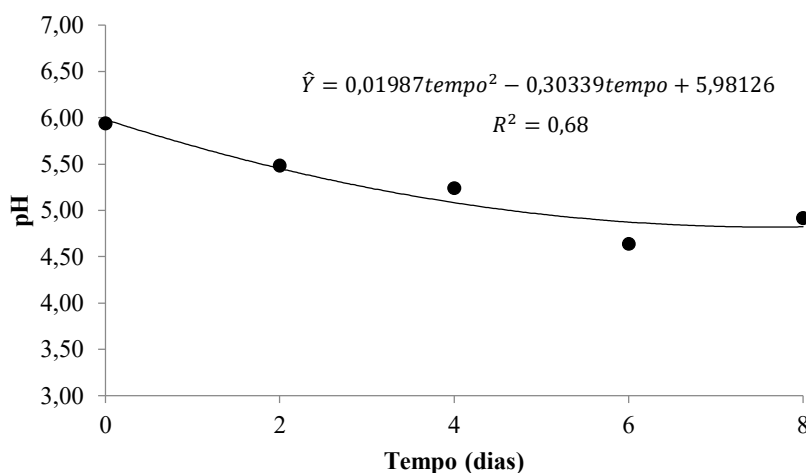
Pigozzi *et al.* (2020) também verificaram que os revestimentos comestíveis não influenciaram a acidez da banana. Os autores realizaram uma pesquisa sobre bananas revestidas com formulações de amido (contendo glicerol como plastificante) e álcool polivinílico e observaram que a acidez titulável (% de ácido cítrico) das amostras oscilou de 0,59% (tempo 0) a 0,22% (8 dias) para bananas estocadas em condição ambiente (20 ± 5 °C e $70 \pm 10\%$ U.R.). Segundo os pesquisadores, a redução da acidez ao longo do armazenamento foi associada ao consumo dos ácidos pelo processo respiratório, contrariando a tendência de aumento observada nesta pesquisa e reportada, também, por Pimentel *et al.* (2010).

Em relação ao pH, observa-se que o modelo de regressão ajustado para o seu desempenho durante a estocagem das bananas (modelo de 2º grau) demonstra que houve uma tendência de decréscimo gradual, decaindo de 5,94 a 4,92 (Figura 3). Esse comportamento reflete o processo de amadurecimento típico da banana, com a queda de pH associada à produção de ácidos, com

consequente aumento do gosto ácido do fruto. De forma semelhante ao verificado para a acidez titulável, os revestimentos elaborados não foram responsáveis pela alteração de valores do pH durante o armazenamento dos frutos, cujo desempenho não é considerado satisfatório, pois demonstra que os revestimentos não conseguiram retardar o processo de maturação.

Pigozzi *et al.* (2020), por sua vez, encontraram comportamento distinto em estudo sobre bananas revestidas com diferentes formulações de amido (com glicerol) e álcool polivinílico, observando efeito da interação entre os revestimentos e o tempo de estocagem sobre o pH, que oscilou de 4,69 a 4,93 durante o armazenamento sob temperatura de 20 ± 5 °C e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Os autores verificaram, também, que a amostra controle (sem revestimento) apresentou menor valor de pH quando comparada às bananas revestidas.

Figura 3 - Variação do pH das bananas Prata Anã estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%



Fonte: Das autoras, 2021.

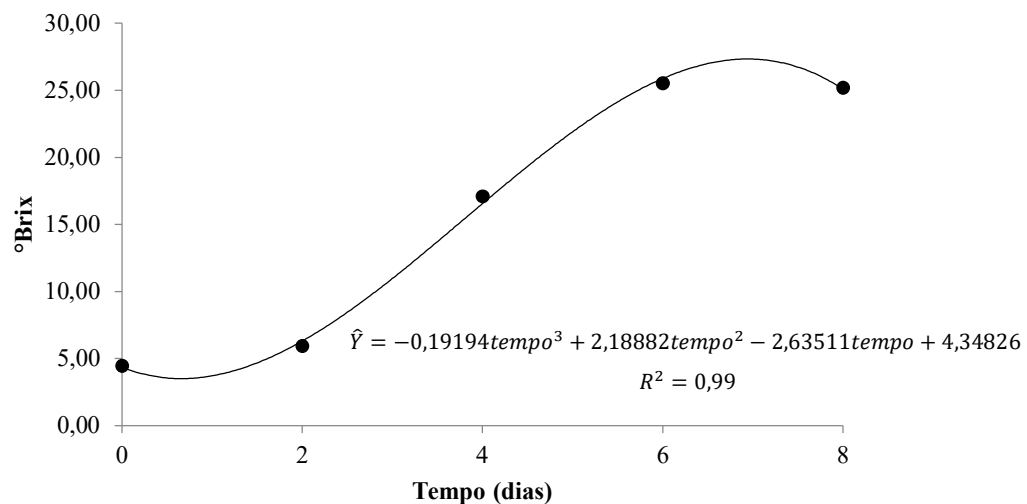
Ao investigarem o comportamento da banana Prata revestida com formulações elaboradas com gelatina, pectina e goma xantana a 1%, e armazenadas sob temperatura de $24,3 \pm 5$ °C e umidade relativa de $74 \pm 4\%$, Souza, Feitosa e Figueiredo (2018) observaram uma diminuição do pH durante o período de armazenamento, iniciando com valor médio de 5,36 e apresentando média de 4,70 ao final do experimento, valores próximos aos encontrados no presente estudo (pH inicial de 5,94 e pH final de 4,92). Os autores concluíram que o decréscimo de pH estava associado ao desempenho da acidez, que aumentou durante o armazenamento, corroborando o comportamento inverso esperado para estes parâmetros.

Apesar das médias obtidas para o pH serem levemente superiores aos relatados na literatura, sua tendência de decréscimo durante o amadurecimento é similar ao mencionado nos trabalhos

consultados. De acordo com Neves *et al.* (2009), a faixa de pH ideal para frutos maduros situa-se entre 4,4 e 5,4, valores próximos aos citados por Campelo *et al.* (2020), que relata valores entre 4,2 e 4,8, os quais podem oscilar de acordo com a variedade e o estágio de maturação. Comparando-se às médias obtidas no 8º dia da presente pesquisa, verifica-se que o pH médio das amostras (4,92) ainda se encontrava dentro da faixa relatada como adequada para banana madura.

Na avaliação do teor de sólidos solúveis totais, o modelo de regressão ajustado para o seu comportamento (modelo de 3º grau) demonstra que houve uma tendência de aumento gradual, com um pico entre o 6º e o 8º dias de avaliação (Figura 4). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), esse aumento é justificado pela transformação de polissacarídeos insolúveis em açúcares solúveis durante a maturação dos frutos.

Figura 4 - Variação do teor de sólidos solúveis (brix) das bananas Prata Anã estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%



Fonte: Das autoras, 2021.

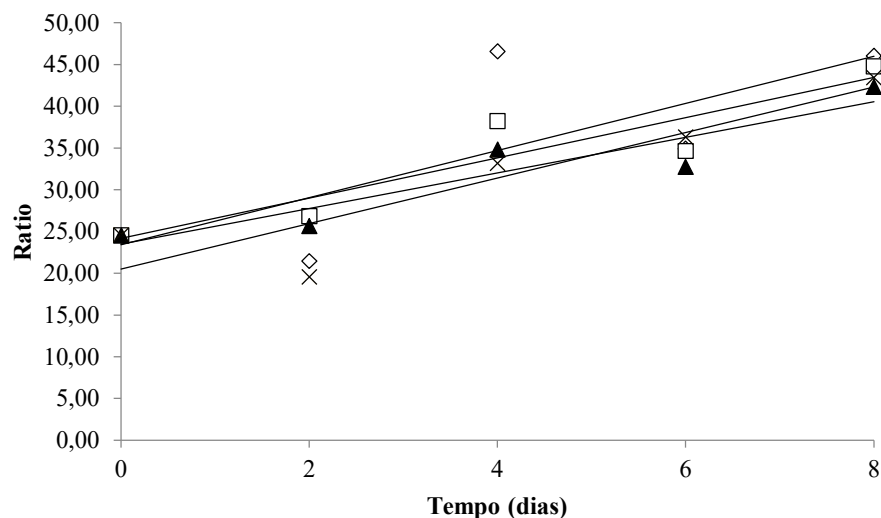
O valor médio observado ao 6º dia de armazenamento foi de 25,51 °Brix, próximo ao encontrado por Souza, Feitosa e Figueiredo (2018) para bananas revestidas com gelatina (25,05 °Brix) e com goma xantana (26,30 °Brix). Os autores verificaram que os frutos revestidos (com gelatina, pectina e goma xantana) apresentaram valores estáveis de sólidos solúveis ao longo dos nove dias de armazenamento. Entretanto, apesar dessa estabilidade, todas as amostras exibiram valores iniciais superiores a 24 °Brix, consideravelmente maiores que os encontrados no presente estudo e superiores, também, à média relatada por Pimentel *et al.* (2010), que foi de 2,13 °Brix e ao valor médio informado por Botrel *et al.* (2002), de 2,2 °Brix.

O comportamento observado na presente pesquisa é similar ao informado por Sarmiento *et al.* (2015) em estudo sobre banana Prata recoberta com filmes de PVC e fécula de mandioca, os quais verificaram aumento dos teores de sólidos solúveis ao longo do armazenamento, chegando ao valor máximo de 24,4 °Brix no 8º dia de armazenamento, com posterior propensão à diminuição dos teores.

A tendência de aumento dos sólidos solúveis durante a estocagem é justificada pela grande quantidade de amido presente na banana verde, componente que é hidrolisado durante o processo de respiração para manter as atividades biológicas do fruto, resultando em um acúmulo de açúcares totais, enquanto a redução do brix após o amadurecimento pode ocorrer devido ao início da senescência (PIGOZZI *et al.*, 2020).

Em relação ao ratio (Figura 5), verificou-se que todos os modelos ajustados para os tratamentos são de 1º grau e que houve uma tendência de aumento com o decorrer do tempo de estocagem. O baixo valor do coeficiente de determinação (R^2) associado ao modelo ajustado para a banana não revestida, pode ser decorrente da variação entre os lotes da matéria-prima, identificada pela oscilação dos valores obtidos para o teor de sólidos solúveis e acidez titulável, características envolvidas no cálculo do ratio.

Figura 5 - Variação do Ratio das bananas Prata Anã submetidas a diferentes tratamentos (revestidas e não revestidas) e estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%



Fonte: Das autoras, 2021.

Legenda: ◇ Sem revestimento: $\hat{Y} = 23,42067 + 2,82283tempo$; $R^2 = 0,58$
□ 0% Equinácea: $\hat{Y} = 24,17067 + 2,41233tempo$; $R^2 = 0,85$
▲ 0,9% Equinácea: $\hat{Y} = 23,49267 + 2,13333tempo$; $R^2 = 0,86$
× 1,2% Equinácea: $\hat{Y} = 20,50067 + 2,72717tempo$; $R^2 = 0,83$

O ratio representa um balanço entre a doçura e a acidez, sendo avaliado para a padronização de sabor de sucos de frutas, refrigerantes dentre outros produtos. De acordo com Viana *et al.* (2017), esse fator contribui diretamente para a formação do sabor das frutas e dos produtos derivados, sendo que os frutos com maiores valores de ratio apresentam doçura mais marcante e menor acidez, os quais são, muitas vezes, os preferidos pelos consumidores.

Dentre os tratamentos avaliados, verificou-se que as bananas com revestimentos incorporados com 0,9% e 1,2% de Equinácea apresentaram as menores oscilações de ratio até o 6° dia de armazenamento, demonstrando um possível efeito do agente ativo sobre esta característica. A forma de ação da Equinácea purpúrea sobre o teor de sólidos solúveis e sobre a concentração de ácidos dos frutos ainda é desconhecida, visto que os estudos sobre a aplicação desta planta medicinal em alimentos são escassos. Ademais, quando analisados de forma isolada, não se observou o efeito da Equinácea sobre a acidez titulável e o teor de sólidos solúveis das bananas, situação que pode estar associada a vários fatores, dentre eles, a variação dos valores entre os lotes.

A Equinácea é uma planta medicinal que vem sendo muito pesquisada nas áreas médicas, farmacêutica, entre outras áreas da Saúde, cujos efeitos benéficos – atividade antibacteriana, antiviral, antifúngica e antioxidante – estão associados à presença de diferentes compostos, com destaque para os compostos fenólicos, alquilamidas e polissacarídeos/glicoproteínas (PARSONS *et al.*, 2018). Sua ação antimicrobiana e antioxidante tem potencial para estender a vida de prateleira de diversos produtos e, possivelmente, de auxiliar na conservação dos frutos, pela minimização do crescimento de micro-organismos na superfície e das injúrias decorrentes da sua multiplicação, danos que podem acelerar o metabolismo e a senescência das frutas.

Os valores do ratio ao final da estocagem foram de 42,33 (banana com revestimento com 0,9% de Equinácea), 43,46 (banana revestida com 1,2% de Equinácea), 44,77 (amostra com revestimento 0% de Equinácea) e 46,04 (amostra sem revestimento), os quais foram superiores à média de 28,13 relatada por Pimentel *et al.* (2010) para banana Prata Anã no estágio 6 de maturação (casca toda amarela). O ratio da banana não revestida foi próximo ao valor informado por Viana *et al.* (2017), média de 48,83, correspondente à banana Prata Anã no estágio 7 de maturação (casca amarela com pontos marrons), empregada na elaboração de banana-passa.

Oliveira *et al.* (2013) relatam que as bananas Prata Anã acondicionadas em sacos plásticos de polietileno e estocadas em câmaras de armazenamento sob temperaturas de 15 °C e 25 °C apresentaram um ratio médio de 30,94, calculado a partir dos valores obtidos ao longo da estocagem. Esse valor é inferior aos ratios médios obtidos para todos os tratamentos avaliados, os quais oscilaram de 31,41 (banana com revestimento com 1,2% de Equinácea) a 34,71 (banana não revestida).

Entretanto, ressalta-se que os valores de ratio obtidos no início da estocagem foram superiores a 20,00 (média de 24,54), praticamente o dobro do valor informado por Pimentel *et al.* (2010), média de 11,89, correspondente à banana Prata Anã no estágio 2 de maturação. Os altos valores do ratio neste estudo são decorrentes, principalmente, do teor de sólidos solúveis, pois as amostras de banana já apresentavam, desde o início, uma alta concentração de sólidos solúveis totais (média de 4,44 °Brix), o dobro do relatado por Pimentel *et al.* (2010), cerca de 2,13 °Brix. As médias iniciais da acidez titulável, por sua vez, foram idênticas às relatadas pelos referidos autores, cerca de 0,18%, corroborando a suposição de que o brix foi o principal responsável pelos valores elevados do ratio.

As diferenças observadas entre os valores relatados na literatura e os da presente pesquisa evidenciam que a própria matéria-prima utilizada tem grande influência na evolução das características físico-químicas ao longo da estocagem, as quais estão associadas às condições de cultivo, clima, ocorrência de doenças na lavoura e irrigação. Além desses fatores, Silva *et al.* (2006) reporta que a banana apresenta maturação desuniforme, devido à formação dos frutos em pencas com diferentes idades, fato que pode ajudar a explicar as diferenças encontradas entre as unidades amostrais de um mesmo lote e tratamento.

Como os revestimentos desenvolvidos não influenciaram a maioria das características avaliadas, eles devem ser reformulados com concentrações superiores a 1,2% de Equinácea e combinados a outras condições de estocagem, pois o armazenamento das bananas foi realizado em circunstâncias que não são consideradas como ideais para retardar a maturação dos frutos. De acordo com Silva *et al.* (2006) e Moraes (2017), as bananas devem ser climatizadas sob temperatura entre 13 °C e 18 °C e umidade relativa variando de 90% a 95%, para aumentar sua vida de prateleira e uniformizar a maturação. Entretanto, ressalta-se que a escolha pela estocagem sem controle de temperatura e umidade relativa foi intencional, com o objetivo de reproduzir a situação em que as bananas geralmente são transportadas e comercializadas na região Norte Mineira. Os resultados obtidos demonstram a importância da realização de estudos sobre a conservação pós-colheita de banana em condições variadas de estocagem, visto que a fruta é comumente transportada e comercializada em condições ambientais, as quais apresentam grandes oscilações no Brasil.

Conclusão

Todas as amostras de banana Prata Anã apresentaram aumento da acidez, queda do pH e aumento dos sólidos solúveis totais durante o armazenamento sob temperatura média de 29 °C e umidade relativa média de 44%, evidenciando que os revestimentos desenvolvidos não foram eficazes para retardar as alterações dessas características sob as condições adotadas para a estocagem.



A relação entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez, por sua vez, foi influenciada pelo tempo e pelos tratamentos empregados, indicando uma possível interferência da Equinácea purpúrea sobre esta característica, pois as amostras cobertas por revestimentos contendo o agente ativo apresentaram menor oscilação de valores do ratio até o 6º dia de armazenamento.

Considerando que as demais propriedades não foram alteradas pela Equinácea e que outras características, como cor, firmeza, estabilidade microbiológica e qualidade sensorial, são importantes para a pesquisa sobre a conservação da banana *in natura*, estudos adicionais que contemplem essas características devem ser realizados, com uso de revestimentos com concentrações superiores a 1,2% de Equinácea e sob diferentes condições de estocagem (temperaturas inferiores a 29 °C e umidade relativa superior a 44%).

Referências

ÁLVARES, V. S. **Amadurecimento e qualidade da banana ‘Prata’ (*Musa AAB subgrupo Prata*) submetida a diferentes concentrações de etileno**. 2003, 70f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014.

BOTREL, N. *et al.* Inibição do amadurecimento da banana Prata anã com a aplicação do 1-metilciclopropano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 53–56, 2002.

BRAZEIRO, F. S. G. *et al.* Atividade antimicrobiana de filmes a base de gelatina e quitosana contra *Staphylococcus aureus*. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2018, Santana do Livramento. **Anais [...]**, Santana do Livramento: Universidade Federal do Pampa, 2018. Disponível em: https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/18209/seer_18209.pdf Acesso em: 22 dez. 2020.

CAMPELO, M. E. S. *et al.* Caracterização e aceitação sensorial de banana Prata (*Musa paradisiaca*) produzida em sistemas orgânico e convencional. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 65623-65640, 2020.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. D. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

HU, C; KITTS, D. D. Studies on the antioxidant activity of *Echinacea* root extract. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 5, p. 1466-1472, 2000.

KARSCH-VÖLK, M. *et al.* Echinacea for preventing and treating the common cold. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2. p. 1-77, 2014.

MAIA, V. M. *et al.* Áreas e tipos de danos mecânicos sobre o comportamento pós-colheita de bananas ‘Prata Anã’. **Unimontes científica**, v. 19, n. 2, p. 40-50, 2017.



MORAIS, A. S. C. **Influência de embalagem plástica, sílica gel e permanganato de potássio na conservação pós-colheita de banana “Prata”**. 2017, 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

NEVES, L. C. *et al.* Pós-colheita em frutos tropicais - banana. *In:* NEVES, L. C. **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**, 1. ed., Londrina: EDUEL, 2009, p. 387-397.

OLIVEIRA, C. G. *et al.* Características pós-colheita de bananas 'Prata anã' e 'BRS Platina' armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 891-897, 2013.

OLORUNDA, A. O. Recent advances in postharvest technologies of banana and plantain in Africa. **Acta Horticulturae**, n. 540, p. 517-597, 2000.

PARSONS, J. L. *et al.* *Echinacea* biotechnology: advances, commercialization and future considerations. **Pharmaceutical Biology**, v. 56, n. 1, p. 485-494, 2018.

PBMH; PIF - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA E PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. NORMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE BANANA. CEAGESP. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://minas1.ceasa.mg.gov.br/ceasainternet/lib/file/docagroqcartilhas/BANANA.pdf> Acesso em: 22 dez. 2020.

PIGOZZI, M. T. *et al.* Qualidade pós-colheita de banana revestida com álcool polivinílico e amido. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 74637-74648, 2020.

PIMENTEL, R. M. A. *et al.* Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e Prata-Anã cultivados no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 407-413, 2010.

RADY, M. R.; ABOUL-ENEIN, A. M.; IBRAHIM, M. M. Active compounds and biological activity of in vitro cultures of some *Echinacea purpurea* varieties. **Bulletin of the National Research Centre**. v. 42, n. 20, p. 1-12, 2018.

SANTOS, W. W. V. *et al.* Efeito de diferentes métodos de maturação sobre a qualidade da banana Prata. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 3, p. 1092-1104, 2019.

SARMENTO, D. H. A. *et al.* Armazenamento de banana ‘Prata Catarina’ sob temperatura ambiente recobertas com fécula de mandioca e PVC. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 235-241, 2015.

SILVA, C. S. *et al.* Amadurecimento da Banana-Prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 103-111, 2006.

SILVA, S. O.; SANTOS-SEREJO, J. A.; CORDEIRO, Z. J. M. Variedades. *In:* BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 45-58.

SOUSA, S. F; FEITOSA, R. M; FIGUEIREDO, R. M. Aplicação de diferentes revestimentos na conservação pós-colheita da banana cv. Prata. **Nativa**, v. 6, n. 6, p. 563-568, 2018.

VIANA, E. S. *et al.* Produção de bananas-passa com frutos de variedades melhoradas e avaliação da qualidade físico-química e sensorial. **Boletim do CEPPA**, v. 35, n. 1, p. 1-10, 2017.

ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed., 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.