



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Agrárias
Campus Regional Montes Claros



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**EFEITO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL INCORPORADO COM
ECHINACEA PURPUREA SOBRE A VIDA ÚTIL DE BANANA PRATA ANÃ**

MÁRCIA FARIAS ANDRADE

Márcia Farias Andrade

**EFEITO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL INCORPORADO COM *ECHINACEA
PURPUREA* SOBRE A VIDA ÚTIL DE BANANA PRATA ANÃ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Érika Endo Alves

Montes Claros
2021

Márcia Farias Andrade. **EFEITO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL
INCORPORADO COM *ECHINACEA PURPUREA* SOBRE A VIDA ÚTIL DE
BANANA PRATA ANÃ**

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof. ^a Juliana Pinto de Lima- ICA/UFMG

Mariuze Loyanny Pereira Oliveira- Técnica administrativa ICA/UFMG



Prof. ^a Érika Endo Alves- Orientadora ICA/UFMG

Montes Claros, 18 de Janeiro de 2021.

Aos meus pais e irmãs pelo amor e apoio incondicional de sempre. Aos meus avós, Sebastiana, Paulo e Adelino (*in memoriam*) pelo imenso amor, carinho e incentivo que com certeza fortaleceram a minha jornada e me fizeram perseverar e acreditar na realização dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Bom, para começar não poderia de agradecer à Deus, pela proteção, amor, por nunca ter me deixado só, e por me dar forças para superar as barreiras da minha mente e me permitir concluir uma das fases mais difíceis da minha vida, e por me manter firme e crente na esperança de dias melhores.

À minha família, pois sem eles eu nem seria nem metade do que sou. Ao meu pai, Edvaldo, por nunca ter medido esforços para me oferecer oportunidades de evoluir e ir em buscas dos meus sonhos, à minha mãe Marlene pois esteve ao meu lado em todos os momentos, sempre me apoiando e tentando me fazer enxergar que coisas boas sempre veem para aqueles que se esforçam e acreditam.

À minha irmã Mari, que muitas vezes foi uma segunda mãe, pelo amor e apoio, por ouvir minhas angustias e por confiar na realização dos meus sonhos, à minha irmã Micaela pelo amor e por todas as atitudes que por mais pequenas que fossem contribuíram muito para que eu continuasse minha caminhada, à minha irmã Michele pelo amor, apoio, incentivo e críticas construtivas que auxiliaram a minha evolução e meu crescimento pessoal, ao meu cunhado Alan pelo apoio pessoal e financeiro, sem ele eu provavelmente não teria conseguido chegar até aqui.

Aos meus sobrinhos, Vinicius, Elis e Henrique por serem a luz da minha vida, por me inspirarem a querer sempre ser alguém melhor e por encherem o meu coração de amor.

À minha companheira de republica Sâmara, pela amizade e apoio, pelas risadas e por fazer parte da minha vida durante todo este trajeto.

Ao meu trio amado da graduação: Gabriel, que formava comigo a melhor e mais rápida dupla de aulas práticas e provas, por quem eu tenho admiração e considero como um irmão; Amandinha, a pessoa mais atrapalhada e divertida que a UFMG já viu, que compartilhou comigo todas as dores e delicias de ser aluna de engenharia de uma universidade federal, uma amizade que pretendo levar por toda minha vida; Leilany, minha companheira de café da manhã no RU, de estudos e de conselhos, meu exemplo de organização e seriedade, por quem eu tenho um carinho enorme.

À Waleska (minha companheira de laboratório); Handrey (pelos incentivos e apoio); Laurinha (pelas ótimas risadas); Elaine (minha parceira da vida fitness) e todos os outros que fizeram meus dias na Universidade mais leves e divertidos.

À Malu e à Mariuze por toda ajuda durante as longas horas de laboratório durante a realização das análises deste trabalho.

Aos professores que tanto contribuíram para minha formação, especialmente ao Prof.º Charles pela oportunidade de atuar como bolsista de extensão.

E por fim, à minha orientadora Prof.ª Erika, por quem eu tenho profunda admiração e gratidão, por ter sido a primeira pessoa a me dar oportunidade de trabalhar com pesquisa dentro da Universidade, por tantos ensinamentos, pelo apoio, paciência (não foi uma tarefa fácil, eu sei) e como sempre digo: por ter sido praticamente uma mãe durante os meus três últimos anos de graduação.

Enfim, a todos aqueles que eu não citei, mas que se fizeram presentes em minha vida nos últimos anos e que de alguma forma auxiliaram a minha chegada até aqui, sou extremamente grata! Depois de tantas atribulações, de tantas noites sem dormir, de ataques de ansiedade e pânico só de pensar em escrever esse trabalho, o meu coração se enche de alegria e de orgulho por poder dizer: EU CONSEGUI!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

(José de Alencar)

RESUMO

A banana (*Musa* spp.) é considerada uma das frutas mais consumidas mundialmente, com grande importância socioeconômica, no entanto, devido à elevada taxa respiratória e alta sensibilidade a danos mecânicos, apresenta vida útil reduzida e altos índices de perdas. Para minimização desses prejuízos, faz-se necessário a adoção de técnicas pós-colheita, como o uso de baixas temperaturas, atmosfera controlada ou modificada com filmes flexíveis e a utilização de revestimentos comestíveis, que podem ser elaborados a partir de diversos compostos e incorporados com diferentes agentes ativos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de revestimentos comestíveis elaborados com amido e gelatina e incorporados com *Echinacea purpurea* sobre a vida útil de banana Prata anã. As bananas foram adquiridas na Cooperativa do ICA e selecionadas quanto à sanidade e estágio de maturação, sendo posteriormente higienizadas e revestidas com os géis obtidos a partir de amido, gelatina, glicerol e *Echinacea purpurea* (0%; 0,9% e 1,2%). As bananas revestidas e a amostra controle (sem revestimento) foram acondicionadas em bandeja de poliestireno expandido, armazenadas por oito dias em temperatura ambiente e avaliadas a cada dois dias quanto à cor instrumental, perda de massa fresca (%), espessura da casca, firmeza, sólidos solúveis, pH e acidez titulável (%). O experimento foi conduzido em delineamento em parcela subdividida (parcelas: tratamentos - três formulações de revestimento e amostra controle; subparcelas: tempo de estocagem), com três repetições (lotes de banana) e os dados submetidos à análise de variância e regressão, ao nível de 5% de significância. Os resultados obtidos demonstram que os tratamentos influenciaram apenas a firmeza da polpa ($p < 0,05$), sendo que o revestimento com 0,9% de equinácea conferiu as amostras mais firmes do 4º ao 6º dias de estocagem. As demais variáveis analisadas foram impactadas apenas pelo tempo de estocagem ($p < 0,05$), o qual provocou mudanças na coloração da casca, perda de massa fresca, redução da espessura da casca, aumento progressivo do teor de sólidos solúveis, queda do pH e oscilação da acidez titulável (aumento gradual e queda ao final da estocagem). As alterações mencionadas são típicas do processo de amadurecimento, e não foram impactadas pelos revestimentos elaborados, indicando que suas formulações não foram suficientes para retardar o amadurecimento sob as condições de estocagem empregadas (temperatura ambiente e sem uso de filme plástico). Assim, sugere-se a realização de novos estudos com a adequação da formulação dos revestimentos, combinada a diferentes condições de armazenamento (temperatura e umidade relativa do ar).

Palavras-chave: *Musa* spp. Pós-colheita. Embalagem ativa. Equinácea. Armazenamento.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Estádios de maturação da banana baseados em escala de Von Loeseche	29
Gráfico 1- Principais produtores mundiais de banana	19
Gráfico 2- Principais estados produtores de banana no Brasil em 2019.	20
Gráfico 3- Variação da luminosidade (L^*) das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura ambiente.....	32
Gráfico 4- Variação da coordenada (a^*) das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura ambiente.....	33
Gráfico 5- Variação da coordenada (b^*) das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura ambiente.	34
Gráfico 6- Variação da perda de massa fresca (%) das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura ambiente.	35
Gráfico 7- Variação da espessura da casca das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura ambiente.	37
Gráfico 8- Variação da firmeza da polpa das bananas Prata anã submetidas a diferentes tratamentos (revestidas e não revestidas) e estocadas sob temperatura ambiente.	38
Gráfico 9- Variação do teor de sólidos solúveis (brix) das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura ambiente.	39
Gráfico 10- Variação do pH das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura ambiente	40

Gráfico 11- Variação da acidez das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura ambiente	42
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRE- Associação Brasileira de Embalagem

FAO- *Food and Agricultural Organization*

PET- Poli tereftalato de etileno

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo geral	16
2.2. Objetivos específicos	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1. Banana – Produção e características.....	17
3.2. Pós-colheita e perdas de bananas.....	19
3.3. Embalagens para alimentos	21
3.3.1. Revestimentos comestíveis.....	22
3.5. <i>Echinacea purpurea</i>	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1. Elaboração do Revestimento Comestível.....	26
4.3. Avaliação da vida de prateleira das bananas	27
4.3.1. Cor	28
4.3.2. Perda de massa fresca (%).....	28
4.3.3. Espessura da casca.....	28
4.3.4. Firmeza da polpa	28
4.3.5. Teor de sólidos solúveis (Brix).....	29
4.3.6. pH	29
4.3.7. Acidez titulável (%).....	29
4.3.8. Planejamento do experimento sobre a vida de prateleira da banana revestida.....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1. Cor	31
5.2. Perda de massa fresca (%)	34
5.3.. Espessura da casca.....	36
5.4. Firmeza da polpa	37
5.5. Teor de sólidos solúveis (°Brix)	39
5.6. pH	40
5.7. Acidez titulável (%).....	41
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
7. REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp.) é considerada uma das frutas mais consumidas mundialmente, com grande importância socioeconômica devido ao seu baixo custo, facilidade de preparo em processos industriais e de suas diversas possibilidades para consumo *in natura* (SANTOS *et al.*, 2019). No Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção nacional de banana em novembro de 2020 foi de 6,72 milhões de toneladas (IBGE, 2020).

O fruto da bananeira é classificado como climatérico, classificação dada aos frutos que apresentam elevação da intensidade respiratória durante a maturação, sob a influência do etileno (C₂H₄), e que ocorre de forma rápida e com extensa demanda de energia (ÁLVARES, 2003). Este comportamento, associado a outros 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).

No caso das bananas, as perdas podem ter origens mecânicas, fisiológicas e microbiológicas, sendo os danos de origem mecânica considerados os mais relevantes para a conservação da qualidade dos frutos após sua colheita, pois além de causarem ferimentos, amassamentos e cortes, podem influenciar nos outros tipos de danos (OLORUNDA, 2000).

Os elevados números de perdas ocorrem, principalmente, devido à falta de conhecimento dos processos fisiológicos dos frutos, assim como da falta de infraestrutura adequada e de uma logística de distribuição apropriada. Ressalta-se, no entanto, que o fato da maioria dos produtores vender os frutos para as centrais de distribuição, dificulta uma análise mais criteriosa das perdas que ocorrem em toda a cadeia produtiva (RINALDI; CARMO, 2010; MELO *et al.*, 2013).

Para minimizar os prejuízos que ocorrem nas diversas etapas da cadeia de produção, existem algumas técnicas que podem ser empregadas na pós-colheita, destacando-se o armazenamento sob baixas temperaturas, o uso de atmosfera controlada ou modificada com filmes flexíveis, a utilização de revestimentos comestíveis, entre outros processos (BOTREL *et al.*, 2002). Destes métodos, o armazenamento refrigerado consiste em um dos principais meios de conservação de vegetais, devendo, no entanto, ser empregado com cautela na estocagem das

bananas, pois elas podem sofrer danos por resfriamento e desordem fisiológica, resultando em perda de qualidade (MARTINS *et al.*, 2007). Além disso, devido aos altos custos de aquisição de uma câmara de resfriamento e do transporte refrigerado, médios e pequenos produtores geralmente não apresentam infraestrutura e capital suficiente para utilizar tais tecnologias (MELLO; JULIÃO; TAPETTI, 2011).

Além da refrigeração, outra técnica bastante empregada para a preservação de produtos alimentícios baseia-se no uso de embalagens, sendo crescente a busca pelo desenvolvimento de materiais que consigam suprir os requisitos de conservação de cada produto e as necessidades do consumidor. Conforme Sarantópoulos; Fernandes (2009), as embalagens desenvolvidas para hortifrutícolas visam retardar a respiração, o amadurecimento, a senescência e as várias alterações indesejáveis advindas dos processos fisiológicos.

O revestimento comestível é uma espécie de embalagem que, segundo Chitarra; Chitarra (2005), oferece ao alimento funcionalidades como: preservação da textura; redução de fenômenos de transporte nas superfícies, principalmente as trocas gasosas; controle de ganho ou perda de água indesejáveis, além de aumento da qualidade e da vida útil do produto. Estas funções dependem da composição dos revestimentos comestíveis, sendo que para a sua formação, é necessário que ocorra a dispersão ou solubilização de biopolímeros em um solvente - água, etanol ou ácidos orgânicos - e a adição de plastificantes, agentes de ligação e de outros tipos de aditivos (COSTA FILHO, 2018).

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 (KROTCHA; MULDER, 1997; 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*), 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 (ácido chicórico e ácido clorogênico) e outros compostos fenólicos, glicoproteínas e polissacarídeos. A incorporação da *Echinacea purpurea* 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 (BAUER, 2001; HU; KITTS, 2000; MELCHART *et al.*, 2000).

Apesar das potencialidades relatadas, a equinácea purpúrea possui poucos trabalhos dedicados à aplicação em produtos alimentícios, sendo seu estudo focado, principalmente, na área médica e odontológica, fato que demanda pesquisas que explorem o seu potencial de uso e as suas principais limitações.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver e avaliar os efeitos do revestimento comestível à base de amido e gelatina e incorporado com *Echinacea purpurea*, sobre a vida útil de bananas Prata anã.

2.2. Objetivos específicos

- Elaborar revestimento comestível com diferentes concentrações de *Echinacea purpurea*.
- Analisar o efeito do revestimento ativo sobre as propriedades físicas e físico-químicas da banana Prata anã durante a estocagem.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

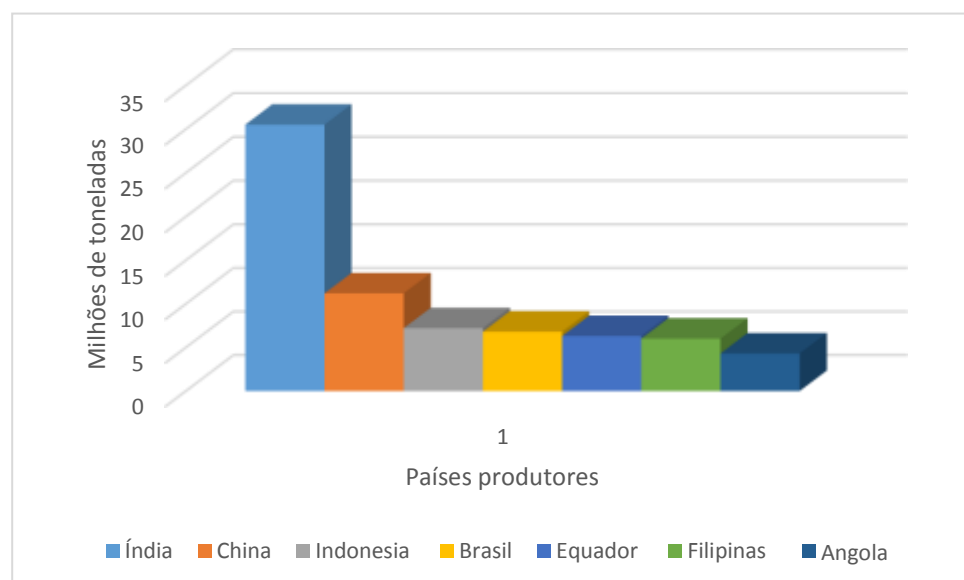
3.1. Banana – Produção e características

A banana é o fruto da bananeira e pertence ao gênero *Musa* da família *Musaceae*, sendo que os frutos comestíveis são, em sua maioria, híbridos de espécies selvagens *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*. O Sudoeste da Ásia é o local de origem das cultivares comestíveis, e estas surgiram a partir das espécies *Musa acuminata* Colla e *Musa balbisiana* Colla, no entanto, os primeiros registros históricos sobre a bananeira são originários da Índia, entre os anos de 500 e 600 a. C. (VIEIRA, 2016).

O desenvolvimento da bananeira ocorre preferencialmente em regiões de clima tropical úmido e em condições adequadas de temperatura e umidade do solo, sendo o seu crescimento contínuo durante o ano (SALOMÃO; SIQUEIRA, 2015).

O Brasil foi o quarto maior produtor mundial de banana em 2017 (Gráfico 1), com uma produção de 6.675,100 toneladas em uma área 465.434 hectares, e as regiões com maior concentração de produção foram o Sudeste e o Nordeste (IBGE, 2019; FAOSTAT, 2017). No entanto a exportação do fruto ainda possui pouca expressividade, pois o mercado interno absorve a maior parte do que é produzido (ROSA NETO, 2019).

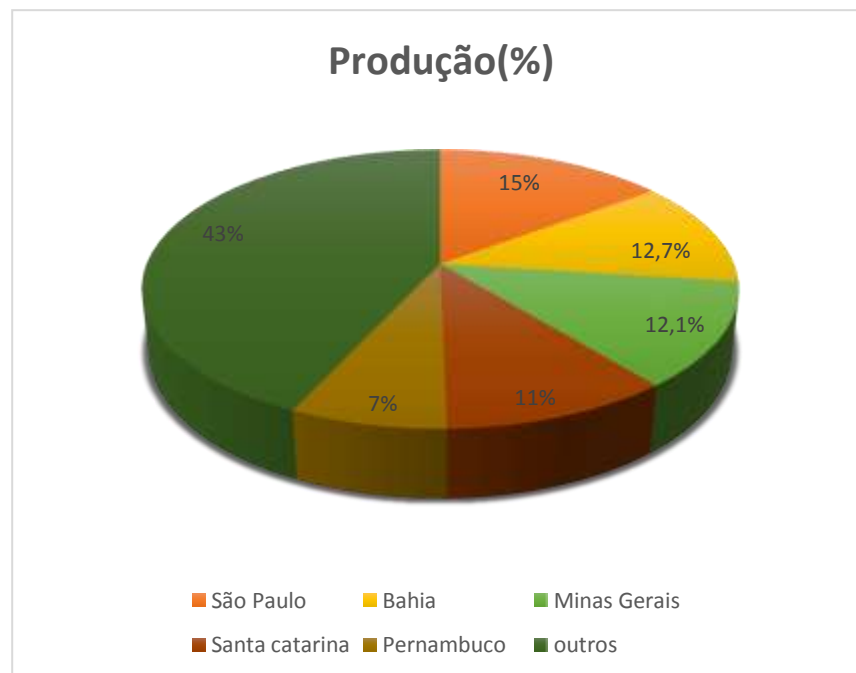
Gráfico 1: Principais produtores mundiais de banana em 2017



Fonte: Adaptado de FAOSTAT, 2017.

Segundo Almeida *et al.* (2012), os principais polos produtores de banana Prata no país são o Vale do Ribeira (SP), norte de Minas Gerais (MG), norte de Santa Catarina (SC) e Juazeiro (BA)/Petrolina (PE). E conforme dados do IBGE (2019), o estado de Minas Gerais é o terceiro maior produtor, com 825.124 toneladas, responsável por 12,1% da produção nacional, sendo este valor inferior apenas aos da produção dos estados da Bahia e São Paulo (GRÁFICO 2).

Gráfico 2: Principais estados produtores de banana no Brasil em 2019



Fonte: Adaptado de IBGE, 2019.

Segundo Castricini *et al.* (2017, 2018), a região Norte de Minas possui prevalência do cultivo da variedade Prata Anã, que apresenta grande relevância econômica, principalmente, por gerar emprego e renda e ocorre com a utilização de sistemas de irrigação, pois as áreas de maior produção – Janaúba, Jaíba, Nova Porteirinha e Matias Cardoso – passam por longos períodos de seca.

A banana Prata Anã, quanto à forma, tamanho, sabor e conservação pós-colheita mostra-se muito semelhante à banana Prata, no entanto apresenta como vantagem a menor suscetibilidade a pragas (SOUTO *et al.*, 1999).

A banana produzida no Brasil é consumida principalmente no mercado interno, cuja importância econômica está relacionada a sua grande demanda, justificada pela qualidade

nutricional e sensorial, pelo custo relativamente baixo e pela possibilidade de gerar diversos produtos (COELHO, 2007).

Em relação à qualidade nutricional, cada 100g de banana possui em média 108,2 calorias; 0,2 g de gordura; 1,2 g de proteína; 25,4 g de carboidratos; 9 mg de cálcio; 27 mg de fósforo e 0,6 mg de ferro (ARAUJO, 2008). O fruto possui ainda vitamina A e C em quantidades mais expressivas e em menores quantidades as vitaminas B1, B2 e B6; é rico em água, podendo chegar a 70% de sua composição e em açúcares, sendo estes aproximadamente 19% (MARQUES *et al.*, 2017).

Consumida por pessoas de todas as classes sociais e idades, a banana pode ser ingerida na forma *in natura*, frita, assada, cozida, em calda, em doces caseiros ou também é utilizada industrialmente para a produção de purê, néctar, banana-passa, flocos, doces, licor, vinagre, farinha, “chips”, entre outros (BARROS *et al.*, 2017).

3.2. Pós-colheita e perdas de bananas

A banana é classificada como um fruto climatérico, que se caracteriza por apresentar alta atividade respiratória e produção de etileno. E o aumento da biossíntese de etileno impulsiona o amadurecimento do fruto e catalisa o climatério respiratório, que pode atuar como auxílio energético para mudanças aceleradas na textura, aparência, aroma e coloração (FRANÇA *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2006).

Essa elevada atividade respiratória e produção de etileno provocam diversas transformações bioquímicas e fisiológicas durante todo o processo de pós-colheita, o que requer condições especiais de armazenamento, realização da colheita de frutos ainda verdes e determinam, ainda, uma menor vida útil se comparada aos frutos não climatéricos (FRANÇA *et al.*, 2016; CAMPELO *et al.*, 2020; CAMPOS; VALENTE; PEREIRA, 2003).

Com o amadurecimento da banana, torna-se perceptível algumas transformações, como a mudança da coloração da casca de verde para amarelo, o que ocorre devido à degradação da clorofila e à síntese de carotenoides e, também, diminuição da firmeza graças às alterações na estrutura da parede celular por ação das enzimas poligalacturonase, pela degradação do amido e transformação de substâncias pécticas (SANAEIFAR; BAKHASHIPOUR; GUARDIA, 2016; SOLTANI; ALIMARDANI; OMID, 2011). Concomitantemente, ocorrem outras alterações que culminam no sabor característico da banana madura, com destaque para a produção de açúcares e de ácidos, além do desenvolvimento de compostos voláteis relacionados ao aroma.

A conversão do amido em açúcar é responsável pelo gosto doce da fruta madura, assim, durante a maturação, ocorre a transformação do amido do fruto verde em açúcares redutores como glicose e frutose (de 8 a 10%), além da sacarose (de 10 a 20%), influenciando, também, no amolecimento da polpa (VIVIANI, 2006).

A banana verde possui baixa acidez, ocorrendo um aumento até alcançar o nível máximo durante a maturação, com ocorrência de declínio após o amarelamento da casca, sendo que o aumento da acidez é proporcional à hidrólise do amido (BLEINROTH *et al.*, 1985).

Dependendo da forma como a banana é cultivada e manipulada após a colheita, sua qualidade pode ser significativamente impactada. Dentre os métodos que podem ser empregados para a avaliação da qualidade pós-colheita da banana estão os índices químicos, que englobam a determinação da concentração do amido, açúcares totais, pH, acidez titulável e relação entre sólidos solúveis e acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005). E para que a qualidade dos frutos seja mantida, é necessário que haja uma criteriosa coordenação das diversas etapas que vão desde a colheita até o consumo, pois as operações de manuseio podem acarretar em uma diminuição da qualidade nas diversas fases da cadeia produtiva (MAIA *et al.*, 2008).

O Brasil, além de ser um dos maiores produtores de banana do mundo, é também um dos países que apresenta maiores índices de desperdícios, com perdas em algumas regiões próximas a 60% de toda produção (ANDRADE *et al.*, 2019). De acordo com Chitarra; Chitarra (2005), as perdas pós-colheita podem ser definidas como aquelas que são decorrentes da não comercialização ou ausência de consumo do produto em determinado tempo, ocasionados por danos à cultura que podem ocorrer no local da produção, durante o transporte, armazenamento, processamento, comercialização e até mesmo pelo manuseio do consumidor final.

Segundo dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2013), 54% do desperdício mundial de alimentos acontecem durante a produção inicial, manipulação pós-colheita e armazenamento, enquanto 46% das perdas são decorrentes das etapas de processamento, distribuição e consumo. Morais (2017) acrescenta, ainda, que há uma vasta ligação entre o número de perdas e a falta de tecnologia adequada, de técnicas efetivas de conservação, falhas no processo de seleção e ausência de padronização.

Um das maiores causas de perdas de bananas são os danos mecânicos, que podem causar ruptura dos tecidos, favorecendo a entrada de micro-organismos contaminantes, promover o aumento da taxa respiratória e da produção de etileno, acelerar a senescência e reduzir a vida útil da banana, e a disposição a estas injúrias ocorre, principalmente, durante o transporte (MAIA *et al.*, 2017; OLURUNDA, 2000; VILAS BOAS, 2002).

Para reduzir a incidência de danos mecânicos, são necessários cuidados especiais durante o manejo pós-colheita, como evitar o empilhamento excessivo ou sobrecarga de frutos no transporte realizado ainda nas propriedades produtoras; manipulação cuidadosa no procedimento de despenca e lavagem; substituição das caixas de madeira por caixas de plástico e papelão e redução de tempo de exposição dos frutos ao contato intenso produzido entre os cachos e as superfícies de contato durante o transporte (MAIA *et al.*, 2008; MEBRATIE *et al.*, 2015; MELO, 2013; RINALDI; CARMO; SALES, 2010; FREIRE JÚNIOR; SOARES, 2018).

A temperatura é outro fator a ser considerado, e para melhor conservação da banana, deve estar situada entre 13 °C e 18 °C, pois temperaturas inferiores a 12 °C são favoráveis ao *chilling* (injúrias pelo frio), predispondo a distúrbios fisiológicos que se manifestam por manchas verdes nas cascas, escurecimento do fruto e maturação incomum (MORAIS, 2017). Já as altas temperaturas ambientais, como as que são registradas na região Norte Mineira, podem acelerar a maturação, causar o cozimento da polpa e impedir a hidrólise do amido (LICHTEMBERG, 1999).

Há diversos métodos de conservação pós-colheita que podem ser utilizados para redução das perdas e manutenção da qualidade da banana, como o uso da atmosfera modificada, tecnologias de inibição da ação do etileno e uso de embalagens inteligentes e ativas, que podem ser utilizados de forma isolada ou em conjunto (VIVIANI, 2006).

3.3. Embalagens para alimentos

Segundo a Associação Brasileira de Embalagens – ABRE, a embalagem pode ser denominada como um envoltório ou um recipiente que tem como objetivo armazenar produtos por um tempo determinado, de forma individual ou em grupo, com o intuito de oferecer proteção e prolongar sua vida útil (ABRE, 2020).

Para o acondicionamento de frutas e hortaliças, as embalagens devem ser utilizadas com o objetivo de absorver impactos e proteger contra a entrada de agentes externos que podem ser nocivos à sua qualidade, além de visar o retardamento da respiração, do amadurecimento e da senescência (TERUEL *et al.*, 2004; SARANTÓPOULOS; MORAES, 2009).

Desta forma, para diminuir os danos e perdas e favorecer a manutenção da qualidade por um maior período, é imprescindível o desenvolvimento de embalagens eficazes, pois a atuação concomitante da cadeia do frio com a embalagem apropriada pode garantir a qualidade da banana, desde a colheita até chegar ao consumidor final (MENEZES *et al.*, 2017;

CHITARRA; CHITARRA, 2005). Uma grande parte das embalagens que são empregadas no Brasil para produtos hortifrutícolas não possui medidas externas paletizáveis, o que dificulta a movimentação mecanizada da carga, além de aumentar o tempo gasto e o custo das operações de carga e descarga. Dentre as embalagens mais utilizadas para a comercialização destes produtos estão as embalagens de poliestireno expandido (isopor), polipropileno, poli (tereftalato de etileno) - PET e papelão (LUENGO, 2009; SELAU; VIEIRA, 2011).

Além das embalagens citadas, os materiais biodegradáveis são cada vez mais demandados para o acondicionamento de produtos alimentícios, pois apresentam como principais vantagens, a redução do impacto ambiental e da utilização de embalagens plásticas convencionais, além de conferir a possibilidade de controlar a migração do vapor de água, a transferência de oxigênio e dióxido de carbono, além de permitir a incorporação de aditivos, como antioxidantes, compostos aromáticos e agentes antimicrobianos, melhorando a integridade do produto e aumentando sua vida útil (AZEREDO, 2003).

3.3.1. Revestimentos comestíveis

Uma excelente alternativa tecnológica para a conservação de frutas após a colheita consiste na utilização de coberturas e revestimentos comestíveis, que possibilitam a diminuição de trocas gasosas e a perda de água que ocorre entre o alimento e o ambiente, trazendo benefícios à sua qualidade e um melhor aspecto comercial (SANTOS *et al.*, 2011).

Os revestimentos ou coberturas são variações que compõem as chamadas embalagens comestíveis, as quais englobam, também, materiais na forma de filmes. Vale ressaltar que o que diferencia os filmes e as coberturas comestíveis é a forma de aplicação, assim, coberturas são aplicadas diretamente sobre o alimento, enquanto os filmes passam por uma pré-formação e, em seguida, são aplicados sobre o produto (GONTARD; GUILBERT, 1995).

Um das técnicas de preparação do revestimento é a gelificação, onde ocorre a desnaturação de macromoléculas, seguida da formação de gel e precipitação, enquanto que, para a aplicação usa-se mais comumente a técnica de imersão, que consiste em mergulhar o alimento em solução filmogênica por um determinado tempo, podendo variar de segundos a minutos, a depender da concentração de polímeros em solução (GONTARD; GUILBERT, 1995; ASSIS; BRITTO, 2014).

Pelo fato de atuarem como embalagem e, ao mesmo tempo, serem parte constituinte do alimento, os filmes e as coberturas comestíveis devem possuir mecanismos de barreira eficientes; estabilidade bioquímica, físico-química e microbiológica; serem inócuos; não

disponibilizarem agentes poluentes, e devem apresentar, ainda, uma boa qualidade sensorial que não acarrete em alterações das características originais do produto (SIQUERI; OLIVEIRA; MOTA, 2017).

Em relação aos aspectos físicos, os revestimentos devem ser brilhantes e transparentes, não pegajosos, devem melhorar o aspecto visual, não serem tóxicos, devem apresentar aderência necessária para não serem removidos durante o manuseio e caso desejável, devem ser facilmente removidos com água (COSTA FILHO, 2018; ARQUELAU, 2018). Além disso, devem ser de baixo custo para comercialização e passíveis de incorporação de diferentes agentes ativos (compostos com características antimicrobianas, antifúngicas e antioxidantes), os quais podem intensificar a sua ação, e contribuir, assim, para o aumento da vida útil do produto (DEBEAUFORT; QUEZADA; VOILLEY, 1998).

A composição de um revestimento comestível deve ser baseada nas propriedades desejadas e nas características do alimento a ser revestido, sendo estes classificados como: revestimentos hidrocoloidais, que são formados a partir de proteínas e polissacarídeos; revestimentos lipídicos, que possuem em sua composição ceras, acilgliceróis e ácidos graxos, ou revestimentos compostos que são constituídos pela combinação dos dois grupos (GALUS; KADZÍŃSKA, 2015). A elaboração do revestimento comestível composto apresenta como maior vantagem a possibilidade de mesclar componentes e, assim, agregar as propriedades de cada material, com o intuito de alcançar melhores resultados (XAVIER, 2017).

Os polissacarídeos e proteínas são os biopolímeros mais utilizados para a elaboração de revestimentos comestíveis e apresentam eficiência como barreira à transferência de gases como o O₂ e CO₂, além de possuir facilidade de aderência à superfície de frutas e hortaliças, no entanto, devido às suas características hidrofílicas, não são eficazes quanto ao bloqueio do vapor de água (COSTA FILHO, 2018; PINHEIRO *et al.*, 2010). Assim, com o intuito de melhorar as propriedades de barreira à umidade dos revestimentos comestíveis, pode-se adicionar componentes lipídicos à formulação, pois estes por possuírem caráter hidrofóbico, conseguem minimizar a passagem do vapor de água (FERRARI, 2009; CAZÓN *et al.*, 2017; MURMU; MISHRA, 2017).

O amido é um dos polissacarídeos mais utilizados na formulação de revestimentos comestíveis, e pode ser obtido de diversas fontes, com destaque para o amido de mandioca, que é empregado para a criação de coberturas resistentes, atóxicas, flexíveis e transparentes (XAVIER, 2017). Além dos atributos necessários para a utilização em revestimentos comestíveis, o amido oferece às frutas e hortaliças maior atratividade para a comercialização,

por conferir brilho, além de ser proveniente de fontes naturais, não ocasionando prejuízos ambientais (LIMA, 2010; LUVIELMO; LAMAS, 2012; COSTA FILHO, 2018).

Uma proteína muito utilizada na elaboração de revestimentos comestíveis devido à sua capacidade de formar géis estáveis e reversíveis é a gelatina, um polímero natural formado por uma mistura de proteínas de origem animal, solúvel em água quente, glicerol e ácido acético, e que mesmo não sendo encontrada *in natura*, pode ser obtida a partir de colágeno por meio de desnaturação térmica e ação hidrolítica (INAMURA, 2008; ROMAN; SGARBIERI, 2007).

Em revestimentos à base de amido e/ou gelatina é necessário que haja a adição de um plastificante como o sorbitol ou glicerol, de natureza hidrofílica, que ao ser adicionado em quantidade adequada, pode aumentar a mobilidade das cadeias poliméricas e melhorar as propriedades mecânicas e a flexibilidade da cobertura comestível, evitando que o revestimento se esfarele após a aplicação e secagem. Entretanto, o uso de plastificantes hidrofílicos pode enfraquecer a barreira ao vapor de água, sendo importante adequar a quantidade adicionada ao revestimento (ASEVEDO, 2018; JOUKI *et al.*, 2013; SHIMAZU *et al.*, 2007).

Os revestimentos comestíveis podem conter, ainda, outros aditivos, como antioxidantes, antimicrobianos, antifúngicos, vitaminas, saborizantes, corantes e outros componentes funcionais que podem interagir com o alimento e conferir propriedades desejáveis (VILLADIEGO *et al.*, 2005).

3.5. *Echinacea purpurea*

A equinácea purpúrea (*Echinacea purpurea*) é uma planta pertencente à família Asteraceae (Compositae), originária da América do Norte e caracterizada por flores de cor avermelhada ou púrpura (BARNES *et al.*, 2005). Há registros da existência de nove espécies, no entanto, os efeitos terapêuticos de apenas três espécies – *Echinacea purpurea*, *Echinacea pallida* e *Echinacea angustifolia* – foram verificados, das quais a espécie *Echinacea purpurea* é a mais utilizada e mais amplamente estudada (TOSELLI; MATTHIAS; GILLAM, 2009; MISHIMA; SAITO; MARUYAMA, 2004).

A sua utilização ocorre especialmente no tratamento de gripes e resfriados comuns, sendo também usada como adjuvante em tratamentos com antimicrobianos e para melhorar a resposta imune dos pacientes (OLIVEIRA, 2018). Com múltiplos fins terapêuticos, além da atividade imunestimulante, possui atividade anti-inflamatória, com inibição da enzima hialuronidase que é produzida por várias espécies de bactérias (MARIANO, 2014). Ademais, a

equinácea purpúrea apresenta atividade antioxidante, devido à capacidade de sequestrar radicais livres, que é conferida, principalmente, pelos compostos fenólicos presentes, além das funções bactericida e antifúngica (PELLATI, *et al.*, 2004; GIÃO *et al.*, 2007; SHIARMA *et al.*, 2010).

Segundo Manayi; Vazirian; Saeidnia (2015), o extrato das raízes de *Echinacea purpurea* possui efeitos antifúngicos, capazes de inibir consideravelmente o crescimento de *Candida albicans* e *Saccharomyces cerevisiae*, não sendo eficaz na inibição do *Aspergillus niger*. A *Echinacea purpurea* também exerce atividade contra a *Candida* spp., além de inibir as bactérias *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* (BARNES; GIBBONS; PHILIPSON, 2005).

Embora possua diversos benefícios comprovados, o mecanismo de ação da *Echinacea purpurea* ainda é desconhecido, sabendo-se, no entanto, que as alcamidas, os derivados do ácido caféico e os polissacarídeos são importantes constituintes da planta (MANAYI; VAZIRIAN; SAEIDNIA, 2015).

Em relação à toxicidade, em estudos laboratoriais com amostras de sangue, urina e órgãos de camundongos e ratos tratados diariamente com produtos de *Echinacea purpurea* na concentração de 8 g.kg⁻¹ de peso corporal, por via oral ou intravenosa, não foram observados efeitos adversos mensuráveis em leucócitos, hemácias, plaquetas, enzimas hepáticas, creatinina, ureia, colesterol, triglicerídeos, glicose e no peso, além disso, testes realizados em embriões de camundongos demonstraram resultados negativos para mutagenicidade e carcinogenicidade (INDRAS, 2017; MENGS; CLAIRE; POLEY, 1991).

O uso da *Echinacea purpurea* como relatado anteriormente, está concentrado na área médica e farmacêutica, sendo observado, também, estudos direcionados à área odontológica. Pesquisas com aplicação em alimentos são praticamente inexistentes, apesar do seu potencial como antimicrobiano e antioxidante.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais, *Campus* Montes Claros, entre os meses de setembro e dezembro do ano de 2019.

As bananas Prata Anã foram adquiridas na Cooperativa do ICA, sendo provenientes da Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAN), órgão complementar do Instituto de Ciências Agrárias.

A fécula de mandioca (marca Yoki) e a gelatina em pó sem sabor (marca Royal) foram adquiridas no mercado de Montes Claros e a Equinácea purpúrea em pó foi adquirida de uma farmácia de manipulação da mesma cidade. Também foi utilizado o glicerol (Marca Vetec), cedido pelo laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais do ICA.

4.1. Elaboração do Revestimento Comestível

O revestimento comestível foi elaborado com 2% de fécula de mandioca, 1% de gelatina sem sabor e glicerol (proporção de 9 gotas/L de gel), solubilizados em água destilada (3 L de água).

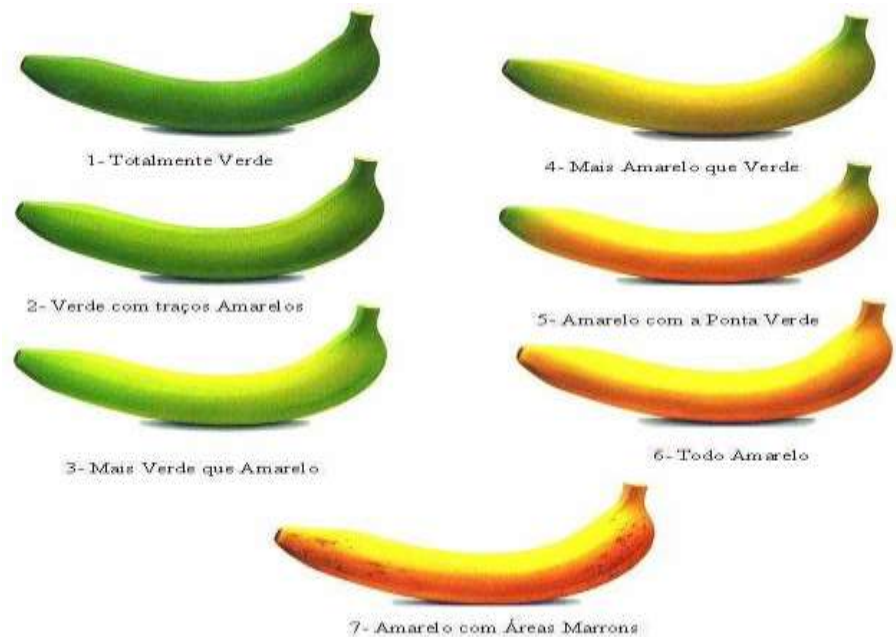
Para o preparo, foram adicionados à água sob temperatura ambiente, a fécula de mandioca e a gelatina sem sabor, as quais foram solubilizadas sob agitação manual, e a solução resultante submetida ao aquecimento até 70 °C, temperatura de gelatinização da fécula de mandioca. O gel obtido foi resfriado até atingir a temperatura de 40 °C, sendo em seguida, adicionado de glicerol, aditivo utilizado como plastificante, para favorecer a formação de um revestimento mais coeso e menos quebradiço.

Adicionou-se após o glicerol, diferentes quantidades de equinácea em pó (*Echinacea purpurea*), de forma a obter géis com 0%, 0,9% e 1,2% de *Echinacea purpurea*. Os géis foram mantidos sob temperatura ambiente até o momento do uso.

4.2. Preparo das amostras

Antes do preparo, as bananas foram selecionadas de acordo com o estágio de maturação e de sanidade (sem sinais de injúrias e de crescimento de micro-organismos). Em relação ao estágio de maturação, foram selecionadas as bananas Prata Anã que estavam nos estádios 1 e 2 (Figura 1), de acordo com a escala de Von Loesecke (PBMH; PIF, 2006).

Figura 1: Estádios de maturação da banana baseados em escala de Von Loesecke



Fonte: PBMH; PIF, 2006.

Inicialmente, as frutas selecionadas foram pesadas, lavadas em água corrente e sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio (desinfetante para hortifrutícolas Qualifood, marca Start) em concentração de 0,2% por 20 minutos. Após a sanitização, foram enxaguadas em água corrente e deixadas em repouso para a drenagem do excesso de água.

Em seguida, as bananas foram imersas completamente por seis minutos em um dos revestimentos comestíveis preparados anteriormente (com 0%, 0,9% e 1,2% de *Echinacea purpurea* em pó). Após o tempo de imersão, foram retiradas do gel e colocadas sobre bandejas perfuradas para facilitar a drenagem do excesso de gel e logo após, dispostas no desidratador de bandejas (marca Pardal, Modelo PE 14), somente sob ventilação (sem aquecimento), para acelerar a secagem do revestimento.

Com o revestimento já formado, as bananas com revestimento e as não revestidas (amostras controle) foram acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido com a devida identificação, sendo dispostas quatro unidades amostrais por bandeja, e estocadas sob temperatura ambiente por até 8 dias.

4.3. Avaliação da vida de prateleira das bananas

As bananas foram avaliadas a cada dois dias (tempos 0, 2, 4, 6 e 8 dias), por meio de análises de cor instrumental, perda de massa fresca, espessura da casca, firmeza da polpa,

teor de sólidos solúveis, pH e acidez titulável. Todas as avaliações foram realizadas em triplicata, para cada tratamento e repetição.

4.3.1. Cor

A cor da casca da banana foi avaliada em triplicata por meio das coordenadas luminosidade (L^*), a^* - coordenada que oscila de verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$) - e b^* que é a coordenada que varia de azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$). As leituras foram realizadas em colorímetro portátil da marca Konica Minolta, modelo KM-CR-400, com a utilização de iluminante padrão D65 e observador a 10° (Sistema CIELAB).

4.3.2. Perda de massa fresca (%)

A perda de massa fresca foi avaliada por meio de pesagem das bananas em balança semi analítica desde o início do armazenamento e a cada dois dias durante todo o período de avaliação da vida útil. Os resultados foram obtidos pela diferença entre o peso da amostra no tempo inicial do experimento e a pesagem dos demais dias de avaliação, com valores finais expressos em porcentagem (equação 2).

$$\frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 = \text{Perda de massa (\%)} \quad (2)$$

Sendo:

m_i = massa inicial da amostra em gramas

m_f = massa final da amostra em gramas

4.3.3. Espessura da casca

A espessura da casca das bananas foi lida com o auxílio de um paquímetro digital 150mm (Zaas) em 3 pontos distintos, e os valores obtidos (expressos em mm) foram utilizados para calcular a espessura média da casca em cada amostra.

4.3.4. Firmeza da polpa

Os frutos foram avaliados quanto à firmeza da polpa por meio de perfurações realizadas com o auxílio de um penetrômetro com ponteira de aço inoxidável com diâmetro de 6mm, modelo FR-5120, marca Lutron, em três pontos diferentes da banana sem a casca (adaptado de MEDLICOT *et al.*, 1995).

4.3.5. Teor de sólidos solúveis (Brix)

Para a análise do teor de sólidos solúveis, uma pequena porção da banana triturada foi colocada sob o refratômetro de bancada tipo ABBE 2WAJ, e a leitura foi realizada diretamente no equipamento, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008). Os resultados foram expressos em porcentagem de °Brix.

4.3.6. pH

O pH das amostras foi medido em triplicata com pHmetro digital Analyser, modelo pH/Ion 450M. Para a análise, foram pesadas e trituradas 5 g de cada amostra, adicionadas de 50 ml de água destilada, e a leitura foi realizada diretamente no equipamento, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008).

4.3.7. Acidez titulável (%)

Foi preparada uma solução contendo 5 g de banana triturada, 50 ml de água destilada e duas gotas do indicador fenolftaleína que foram homogeneizados e em seguida titulados com solução de NaOH 0,1 N até o ponto de viragem (formação de coloração rósea), conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008).

Para calcular a acidez titulável (equivalência em ácido málico) foi empregada a equação (1) a seguir:

$$\frac{V.f.M.PM}{10.P.n} = g \text{ ácido orgânico por cento} \left(\frac{m}{m}\right) \quad (1)$$

Sendo:

V= volume de solução hidróxido de sódio 0,1 N gasto na titulação em mL

f= fator de correção da solução de hidróxido de sódio

PM= peso molecular correspondente em g (ácido málico=134g)

P= peso da amostra em g

n= número de hidrogênios ionizáveis (n=2)

4.3.8. Planejamento do experimento sobre a vida de prateleira da banana revestida

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 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.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela a análise de variância das avaliações físicas e físico-químicas das bananas estocadas indicam que a cor, a perda de massa fresca, a espessura da casca das amostras, o teor de sólidos solúveis, o pH e a acidez titulável foram influenciados apenas pelo tempo de estocagem ($p < 0,05$), enquanto a firmeza da polpa foi impactada pelo tempo de armazenamento e pelos tratamentos ($p < 0,05$). Desta forma, os dados obtidos para cada uma das avaliações foram submetidos à análise de regressão, cuja discussão encontra-se separada em subitens.

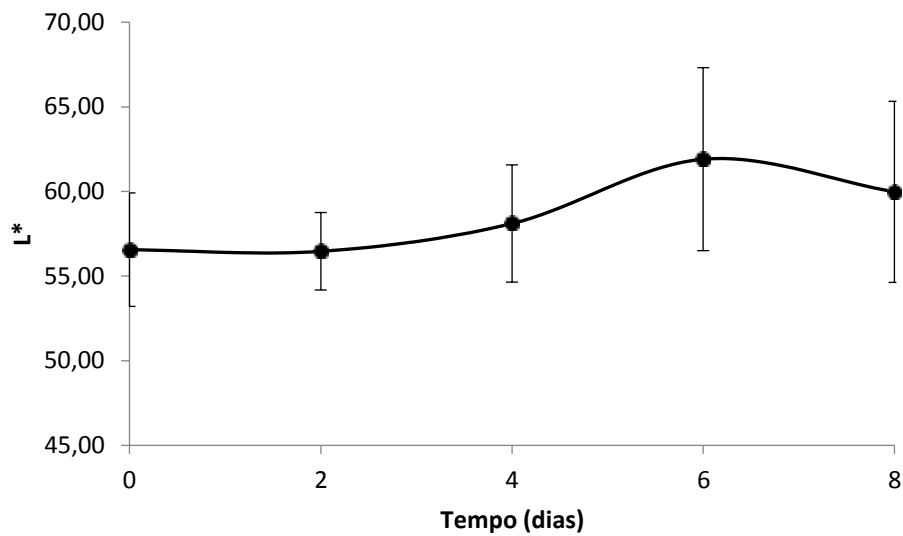
5.1. Cor

As amostras de banana Prata anã revestidas e não revestidas apresentaram o mesmo comportamento quanto à cor instrumental, cujas coordenadas (L^* - luminosidade, a^* e b^*), foram influenciadas somente pelo tempo de armazenamento ($p < 0,05$).

Para a luminosidade, parâmetro que varia de 0 (preto) a 100 (branco), verifica-se que os valores permaneceram estáveis até o 2º dia de estocagem, seguido de aumento e queda ao final da avaliação (GRÁFICO 3). Nenhum modelo de regressão se ajustou adequadamente ao comportamento verificado para a luminosidade, o que pode estar associado às oscilações dos valores das leituras, representadas pelos desvios padrão relativamente elevados. Estes desvios, por sua vez, podem ser decorrentes da heterogeneidade das próprias unidades amostrais e das diferenças entre os lotes de banana, visto que durante a seleção dos frutos, observou-se que algumas unidades de uma mesma penca se encontravam em estádios de maturação diferentes, as quais foram descartadas na triagem.

Outra informação que pode ser deduzida desta avaliação, é que a quantidade de *Echinacea purpurea* usada nas formulações (0,9% e 1,2%) não influenciou a luminosidade das cascas dos frutos, fato que pode ser benéfico por não influenciar a aparência da banana, minimizando a possível estranheza e rejeição pelo consumidor. Entretanto, esta pressuposição só pode ser confirmada por análises sensoriais específicas para este atributo. Segundo Álvares (2003), a cor além de ser associada à qualidade do fruto, impacta as características sensoriais e a aceitabilidade, pois está altamente vinculada ao amadurecimento da banana.

Gráfico 3: Variação da luminosidade (L^*) das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa de 44%.



Fonte: Do autor, 2021.

O comportamento observado neste estudo difere dos resultados encontrados por Souza; Feitosa; Figueiredo (2018) na avaliação de banana prata revestida com formulações elaboradas com gelatina, pectina e goma xantana a 1%, e armazenadas em temperatura ambiente, na qual observaram que ao longo do tempo de armazenamento houve um decréscimo da luminosidade, com valores médios iniciais de 54,43 e finais de 26,92 ao 9º dia de armazenamento, evidenciando o escurecimento da casca.

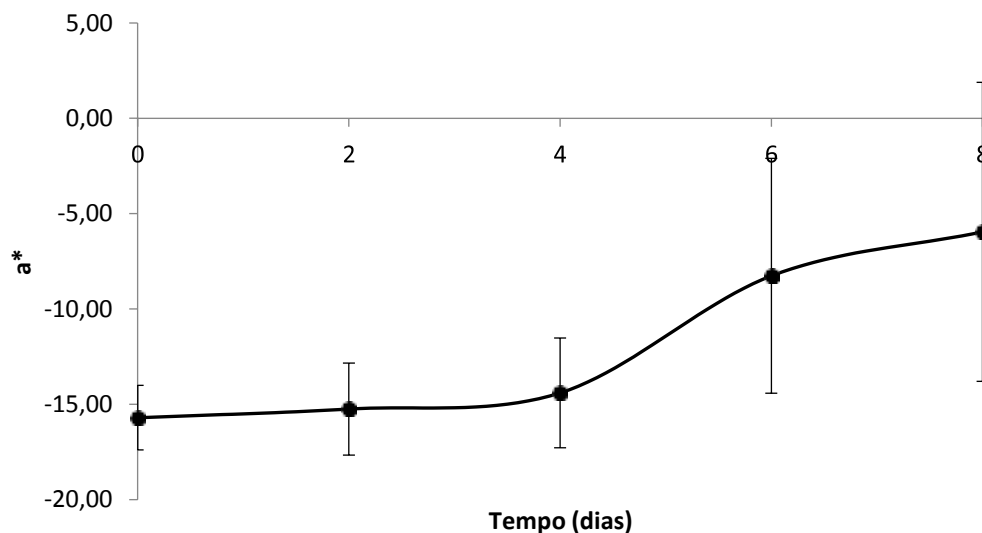
Werner *et al.* (2009) ao avaliarem banana Prata submetida a diferentes tratamentos pós-colheita, observaram um aumento da luminosidade durante os catorze dias de armazenamento para bananas tratadas por imersão - em água destilada à temperatura ambiente durante três minutos; em água clorada à temperatura de 50°C por três minutos e em água potável à temperatura de 50°C por oito minutos - indicando que houve clareamento do fruto, com valores de L^* variando de 49,13 (1º dia) a 57,97 (14º dia) durante a estocagem. Entretanto, os autores verificaram que para os frutos tratados com imersão em hipoclorito de sódio a 0,2% de cloro ativo, por três minutos; imersão em óleo de soja na concentração de 10% em água destilada durante três minutos e imersão em óleo mineral na concentração de 10% em água destilada durante três minutos, houve uma redução do valor de L^* , que oscilou de 49,93 (1º dia) a 40,66 (14º dia), indicando escurecimento dos frutos.

O parâmetro de cor a^* , correspondente à variação na faixa de verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$), exibiu uma tendência de aumento dos valores durante o armazenamento, cujo comportamento não pode ser representado por nenhum dos modelos de regressão analisados.

Esta situação é semelhante ao verificado para a análise dos dados da luminosidade, ou seja, está possivelmente associada aos elevados valores do desvio padrão.

Verifica-se que as concentrações de equinácea também não influenciaram nesta coordenada de cor e que seus valores, apesar de aumentarem durante a análise, permaneceram negativos durante toda a estocagem, indicando que os frutos ainda exibiam traços de coloração esverdeada (GRÁFICO 4).

Gráfico 4: Variação da coordenada a^* das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%.



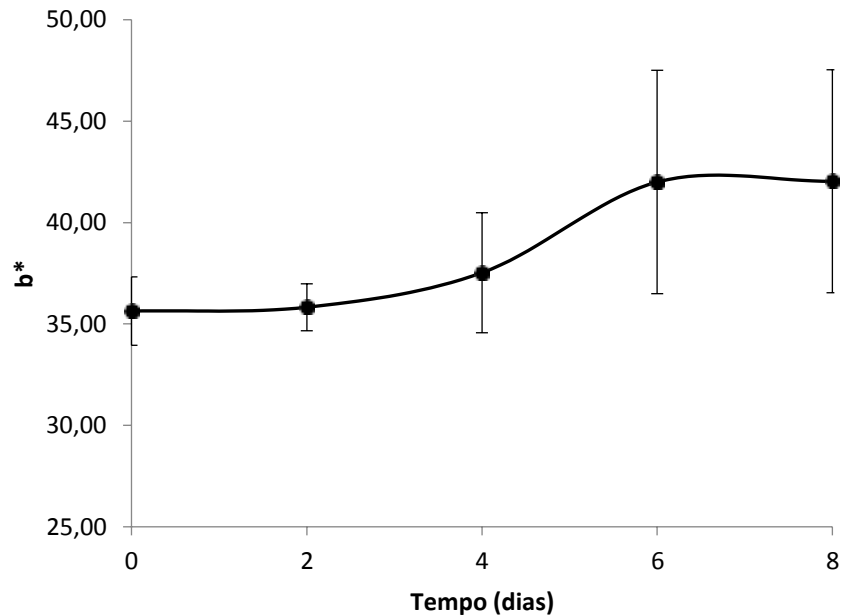
Fonte: Do autor, 2021.

Os resultados encontrados contrariam o relato de Martins (2009), que indica que a tendência é que haja um aumento do valor de a^* com o passar do tempo de armazenamento, ocorrendo um aumento da cor vermelha.

Souza; Feitosa; Figueiredo (2018) ao analisarem o parâmetro a^* para banana Prata com diferentes revestimentos, observaram que houve uma mudança da fase do amadurecimento para todos os frutos, cujas amostras passaram da tonalidade verde ($a^* = -7,41$) para o avermelhado a partir do 3º dia de armazenamento, com valores médios de 6,45.

Em relação à coordenada b^* , que varia de $-b^*$ (azul) a $+b^*$ (amarelo), observa-se que também apresentou uma tendência de aumento durante o estudo, comportamento que não pode ser representado por nenhum dos modelos de regressão avaliados e por motivos semelhantes aos informados para L^* e a^* .

Gráfico 5: Variação da coordenada b^* das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%.



Fonte: Do autor, 2021.

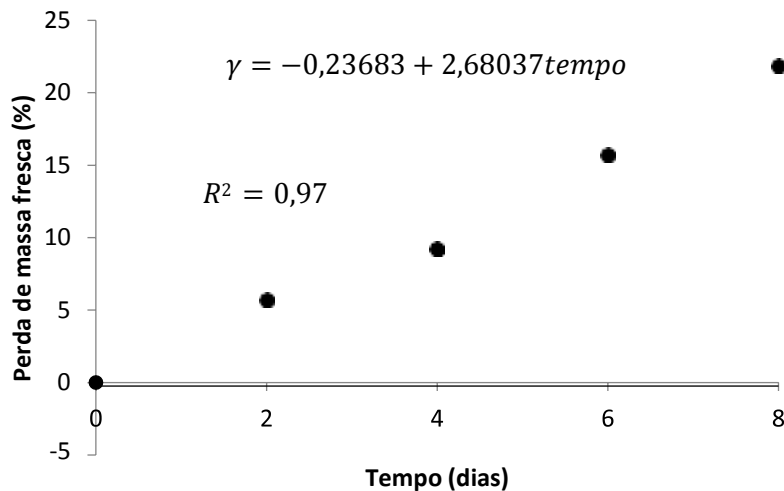
Os valores médios obtidos para a coordenada b^* foram próximos aos encontrados por Souza; Feitosa; Figueiredo (2018), que ao avaliarem banana Prata revestida com formulações elaboradas com gelatina, pectina e goma xantana a 1%, e armazenadas em temperatura ambiente, observaram médias entre 30,99 e 39,13, com ocorrência de aumento da intensidade da coloração amarela ao 3º dia, seguido por redução ao 6º dia de experimento.

A coloração amarela intensa pode ser observada apenas para as amostras sem revestimento (controle) ao 6º dia de armazenamento, sendo que as bananas revestidas, apesar de serem estatisticamente semelhantes às amostras controle, apresentaram um desverdecimento mais lento. De acordo com Sarmiento *et al.* (2015), isso se deve à redução da passagem de O_2 para o interior das frutas recobertas com fécula de mandioca, causando assim, uma diminuição do metabolismo e uma lenta degradação da clorofila na casca.

5.2. Perda de massa fresca (%)

Em relação à perda de massa fresca verifica-se que houve um aumento gradual, representado pelo modelo de regressão de 1º grau, chegando a 21,81% de perda no final da estocagem (GRÁFICO 6).

Gráfico 6: Variação da perda de massa fresca (%) das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%.



Fonte: Do autor, 2020.

Os percentuais encontrados foram superiores aos relatados por Sarmiento *et al.* (2015), os quais obtiveram para bananas tratadas com revestimento de fécula de mandioca um valor médio de 15,82% de perda de massa e de apenas 2,56% para bananas revestidas com filme PVC, comportamento compreensível, pois o filme plástico de PVC exhibe boa barreira à passagem de umidade e, conseqüentemente, à perda de massa fresca.

Souza; Feitosa; Figueiredo (2018), por sua vez, verificaram perdas superiores aos encontrados no presente estudo, mencionando a média de 48,75% para amostras controle (não revestidas) e de 36,79% para amostra revestida com filme à base de goma xantana.

Ao avaliarem banana Prata revestida com amido gelatinizado nas concentrações de 2%, 4%, 8% e 10% e armazenadas sob a temperatura de 10°C durante sete dias, Silva *et al.* (2011) observaram que a perda média de massa fresca dos frutos sem revestimento foi de 1,25% ao dia, enquanto os frutos revestidos perderam massa de forma contínua até o último dia de armazenamento, com perdas de aproximadamente 2% ao dia, demonstrando que o revestimento não apresentou uma barreira significativa contra a alteração da massa.

Segundo Chitarra; Chitarra (2005), a perda de massa possui íntima relação com a perda de água, que é minimizada durante o armazenamento sob atmosfera modificada, devido

ao aumento da umidade relativa dentro da embalagem, o que possibilita uma redução do déficit de pressão de vapor de água em relação ao ambiente, reduzindo a taxa de transpiração.

Vale ressaltar que neste estudo, as perdas elevadas de massa fresca ocorreram para bananas armazenadas sob temperatura ambiente, com temperatura média de 29,1° C e umidade relativa média de 44%, sendo que as condições de umidade recomendadas para a estocagem de bananas variam de 90% a 95%, e de temperatura entre 13°C e 18°C (SILVA *et al.*, 2011; MORAIS, 2017). Além disso, a perda de massa das amostras revestidas pode ter sido influenciada pelo uso do glicerol, pois este, mesmo sendo considerado um bom plastificante, mostra-se muito sensível à umidade relativa do ambiente, possibilitando a migração de moléculas de água para fora do revestimento, como sugerido por Thomazine; Carvalho; Sobral (2005).

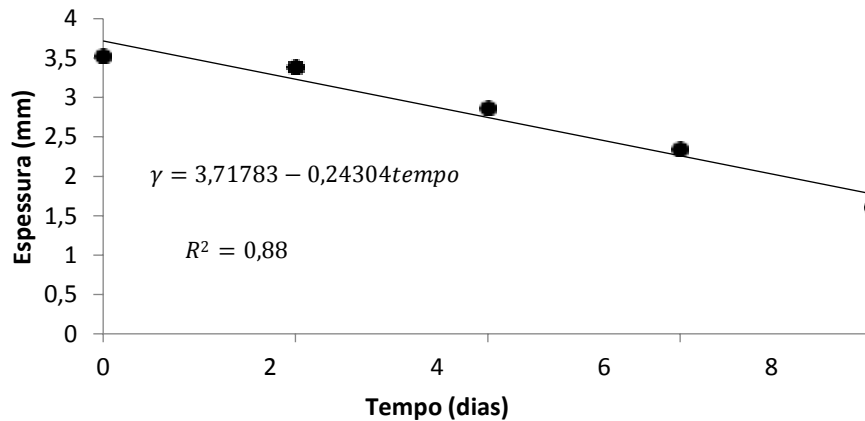
Tendo em vista os resultados obtidos, pode-se inferir que a falha dos revestimentos quanto à perda de massa fresca pode ser decorrente da sua formulação (polissacarídeo, proteína e plastificante, que são componentes hidrofílicos), associada às condições ambientais de estocagem, que foram adotadas nesta pesquisa por serem as empregadas usualmente na comercialização de bananas.

5.3. Espessura da casca

Os resultados indicam que seus valores decresceram ao longo do experimento. Assim como observado para a perda de massa fresca, esperava-se que os revestimentos utilizados pudessem minimizar a alteração da espessura da casca e, conseqüentemente, retardarem o amadurecimento dos frutos.

Os valores encontrados para a espessura foram inferiores ao descrito por Oliveira *et al.* (2013) em estudo sobre a qualidade pós-colheita de bananas Prata anã armazenadas sob refrigeração, que observaram espessura média de 4,30 mm durante o período de armazenamento. No entanto, os valores descritos neste estudo estão próximos aos observados por Marques *et al.* (2017), que ao avaliarem as preferências de consumo de banana, verificaram que 67% dos entrevistados elegeram a banana com espessura média de casca entre 2mm e 3mm como preferida.

Gráfico 7: Variação da espessura da casca das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%.



Fonte: Do autor, 2020.

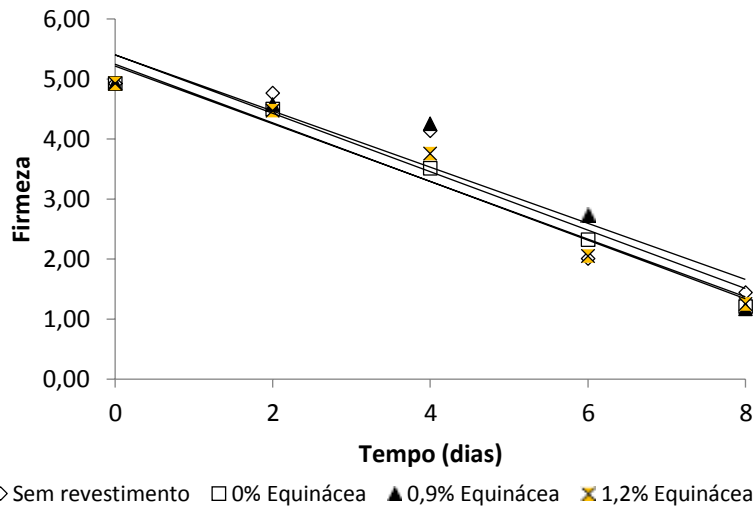
Rinaldi; Carmo; Sales (2010), por sua vez, verificaram em um estudo de pós- colheita de banana Prata anã, o valor médio de espessura de 3,70 mm para bananas armazenadas por quatro dias sob temperatura ambiente. Este valor é superior ao observado neste estudo para o mesmo período de armazenamento (valor médio de 2,83 mm), indicando que o revestimento não foi eficiente para manter ou minimizar a perda da espessura da casca.

A redução da espessura da casca pode ser justificada pelo gradiente de pressão osmótica, que resulta em uma maior concentração de açúcares da polpa em relação à casca, e favorece o deslocamento de água da casca para a polpa da fruta durante a maturação (CARVALHO *et al.*, 1982).

5.4. Firmeza da polpa

Os modelos de regressão ajustados, modelos de 1º grau, indicam que todas as amostras apresentaram tendência de redução da firmeza com o passar do tempo, sendo que no início e ao final do estudo, o comportamento das amostras revestidas e da amostra controle foi similar (firmeza inicial de 4,93 N e médias finais de 1,44 N (controle) e de 1,17 N a 1,25 N para as amostras revestidas), com a banana revestida com a formulação de 0,9% de *Echinacea purpurea* se destacando no 4º e 6º dias de estocagem, por exibir uma polpa mais firme (médias de 4,25 N e 2,73 N, respectivamente).

Gráfico 8: Variação da firmeza da polpa 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: Do autor, 2021.

◇ Sem revestimento:	$\gamma = 5,40000 - 0,48600tempo$	$R^2 = 0,90$
□ 0% Equinácea:	$\gamma = 5,21600 - 0,48600tempo$	$R^2 = 0,98$
▲ 0,9% Equinácea:	$\gamma = 5,40200 - 0,46767tempo$	$R^2 = 0,90$
✕ 1,2% Equinácea:	$\gamma = 5,24600 - 0,48867tempo$	$R^2 = 0,96$

Passos *et al.* (2016) observaram que a firmeza da polpa de banana Prata com extrato de própolis oscilou entre 1,30 N e 2,22 N após 12 dias de armazenamento, valores próximos aos encontrados neste estudo para as amostras aos 8 dias de estocagem.

A redução da firmeza da polpa é uma característica comum no processo de amadurecimento e, na banana, essa diminuição ocorre devido às alterações na estrutura da parede celular, pela ação de enzimas como a poligalacturonase e, também, pela degradação do amido e transformação de substâncias pécnicas, as quais compõem cerca de 0,5 a 0,7% da polpa (SOLTANI; ALIMARDANI; OMID, 2011).

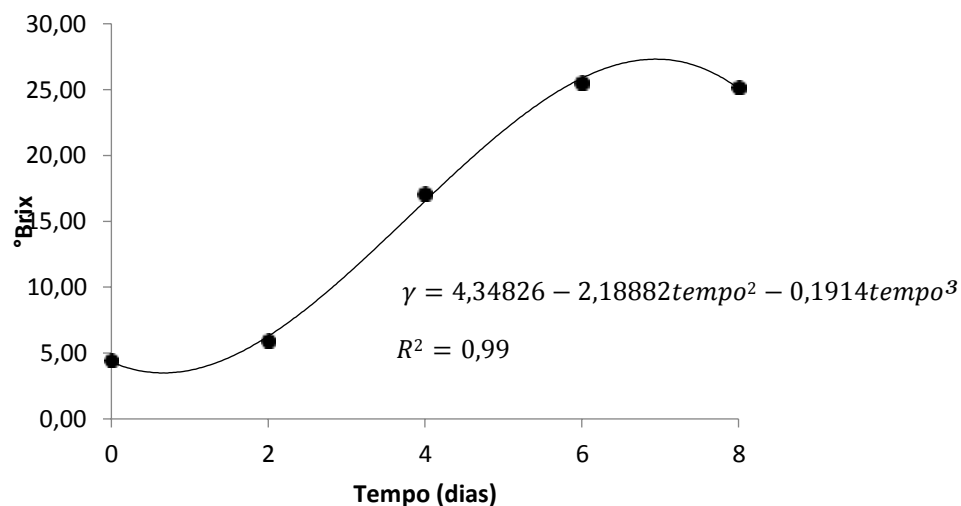
Contrariando os resultados obtidos neste estudo, Vila *et al.* (2006) alegam que frutos revestidos com filmes comestíveis à base de fécula de mandioca apresenta uma menor ação da atividade enzimática da poligalacturonase e pectinometilesterase, o que sugere que algumas concentrações desse carboidrato são capazes de reduzir o metabolismo dos frutos e, consequentemente, retardar o amaciamento da polpa.

Entretanto, deve se ressaltar que a temperatura de estocagem também exerce grande influência sobre a firmeza, pois valores elevados aceleram o metabolismo dos frutos e, conseqüentemente, seu amadurecimento e senescência.

5.5. Teor de sólidos solúveis (°Brix)

Houve uma tendência de aumento gradual dos teores de sólidos solúveis, com um pico entre o 6° e o 8° dias de avaliação (GRÁFICO 9). E conforme Chitarra; Chitarra (2005), esse aumento é justificado pela transformação de polissacarídeos insolúveis em açúcares solúveis durante a maturação dos frutos.

Gráfico 9: Variação do teor de sólidos solúveis (brix) das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%.



Fonte: Do autor, 2021.

O valor médio observado ao 6º dia de armazenamento foi de 25,51 °Brix, próximo ao encontrado por Souza; Feitosa; Figueiredo (2018), que ao avaliarem bananas Prata revestidas com gelatina, pectina e goma xantana, verificaram que ao longo dos nove dias de armazenamento houve uma estabilidade nos teores de sólidos solúveis.

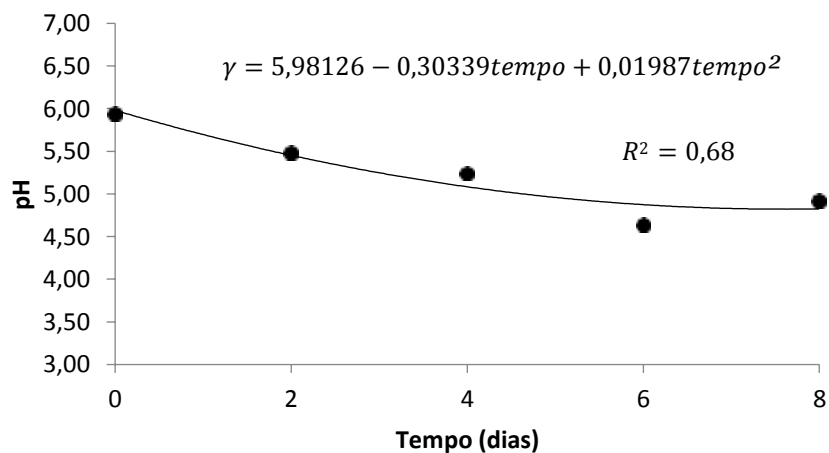
Em estudo realizado por Sarmiento *et al.* (2015) com banana Prata recoberta com filmes de PVC e fécula de mandioca, também se verificou aumento dos teores de sólidos solúveis ao longo do armazenamento, sendo obtido o valor máximo de 24,4 °Brix no 8º dia de armazenamento, com posterior propensão à diminuição dos teores.

Essa tendência de aumento de sólidos solúveis é justificada pela grande quantidade de amido presente no fruto, 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 dos teores após o amadurecimento pode ocorrer devido ao início da senescência (PIGOZZI *et al.*, 2020; VILAS BOAS *et al.*, 2001).

5.6. pH

O modelo de regressão ajustado para o comportamento do pH durante a estocagem das bananas (modelo de 2º grau) demonstra que houve uma tendência de decréscimo gradual, decaindo de 5,94 a 4,92 (GRÁFICO 10). Este 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.

Gráfico 10: Variação do pH das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%.



Fonte: Do autor, 2021.

Pimentel *et al.* (2010) ao avaliarem a qualidade pós-colheita de banana Prata anã cultivada na região Norte de Minas Gerais, armazenada à temperatura ambiente ($22 \pm 1^\circ\text{C}$) e com umidade relativa de $75 \pm 5\%$, observaram valor de pH de 5,60 em bananas com índice de maturação 2, seguido de decréscimo gradativo, como resposta ao avanço da maturação, evidenciado pelo aumento do índice de coloração da casca, chegando ao valor de pH de 4,13 para o índice 6.

Ao avaliarem a banana Prata revestida com formulações elaboradas com gelatina, pectina e goma xantana a 1%, e armazenadas em temperatura ambiente, Souza; Feitosa; Figueiredo (2018) observaram uma diminuição do pH durante o período de armazenamento, iniciando com valor médio de 5,36 e apresentando valor médio de 4,70 ao final do experimento. Os autores concluíram que o decréscimo de pH estava associado ao desempenho da acidez, que aumentou durante o tempo de armazenamento, corroborando o comportamento inverso esperado para estes parâmetros.

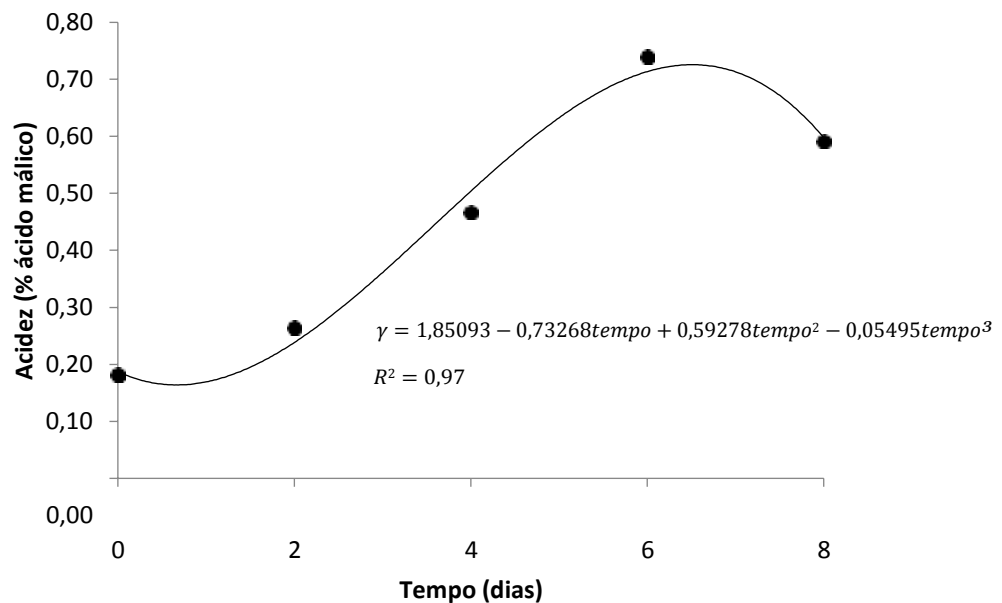
De acordo com Neves (2009), a faixa de pH ideal para frutos maduros situa-se entre 4,4 e 5,4, valores próximos aos citados por Campelo (2020), que relata valores entre 4,2 e 4,8, os quais podem oscilar de acordo com a variedade e o estágio de maturação. Comparando-se às médias obtidas ao final da estocagem, verifica-se que o pH médio das amostras ainda se encontrava dentro da faixa relatada como adequada para banana madura.

5.7. Acidez titulável (%)

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 e decréscimo no último dia de análise. Este desempenho explica o resultado verificado para o pH, sendo 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 (%).

Os resultados obtidos (Gráfico 11) condizem com o comportamento esperado para a acidez das bananas durante a maturação que, ao contrário de outras frutas, apresenta um aumento concomitantemente ao amadurecimento (LUCENA *et al.*, 2004; OLIVEIRA, 2010). 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, o comportamento verificado para a acidez ao 8º dia de estocagem é um indício de que as bananas já estavam na fase de senescência, fato que contraria o observado para o pH, que apresentou valores adequados para a banana madura.

Gráfico 11: Variação da acidez titulável (% de ácido málico) das bananas Prata anã (revestidas e não revestidas) estocadas sob temperatura média de 29 °C e Umidade Relativa média de 44%



Fonte: Do autor, 2021.

Os resultados obtidos condizem com o comportamento esperado para a acidez das bananas durante a maturação que, ao contrário de outras frutas, apresenta um aumento concomitantemente ao amadurecimento (LUCENA *et al.*, 2004; OLIVEIRA, 2010). A acidez da banana decorre, principalmente, da concentração dos ácidos málico, cítrico e oxálico, e seu aumento é justificado pelo metabolismo dos ácidos tricarboxílicos 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, o comportamento verificado para a acidez ao 8º dia de estocagem é um indício de que as bananas já estavam na fase de senescência, fato que contraria o observado para o pH, que apresentou valores adequados para a banana madura.

O fato de os revestimentos elaborados não influenciarem na acidez das bananas também foi relatado por Souza; Feitosa; Figueiredo (2018), em estudo sobre banana prata revestida com gelatina, pectina e goma xantana e estocada sob temperatura ambiente ($24,3 \pm 5^\circ\text{C}$) e a $74 \pm 4\%$ U.R. Entretanto, os autores verificaram 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.

Silva (2016) observou um comportamento semelhante ao deste trabalho, ao avaliar as características pós-colheita de banana Prata anã em duas épocas distintas (período chuvoso e período menos chuvoso), cujos frutos apresentaram acidez crescente ao longo do período de

armazenamento, atingindo valores máximos de 0,56% e 0,79% no estágio 6 de maturação, seguido por um decréscimo, com valores entre 0,53% e 0,66%.

Os resultados obtidos para a acidez, em conjunto com os dados verificados para o teor de sólidos solúveis, perda de massa fresca, espessura da casca e firmeza da polpa, permitem inferir que todas as amostras de banana já estavam na fase de senescência no 8º dia de armazenamento, apesar de visualmente algumas amostras aparentarem um estágio de maturação menos avançado (fato corroborado pelas análises de cor instrumental). Esta situação demonstra as dificuldades encontradas para a manutenção da qualidade pós-colheita da banana, demandando ajustes na formulação dos revestimentos e nas condições de estocagem, para que a vida comercial da banana Prata anã seja estendida.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O revestimento comestível à base de amido e gelatina adicionado de *Echinacea purpurea* não influenciou as variáveis cor, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e espessura da casca, com resultados significativos apenas para a firmeza da polpa, indicando que os revestimentos elaborados, de uma forma global, não retardaram o amadurecimento da banana Prata anã.

Desta forma, sugere-se que novos estudos sejam realizados com mudanças na formulação e nas concentrações de *Echinacea purpurea*, além de avaliações adicionais, como análises microbiológicas e sensoriais, pois a equinácea apresenta potencial antimicrobiano (fator não explorado nesta pesquisa) e os materiais empregados como base possuem potencial para conservar a banana. Ademais, devem ser consideradas outras condições de armazenamento, pois a combinação de revestimentos eficazes e temperaturas mais amenas pode propiciar uma maior vida útil aos frutos e de forma sustentável.

7. REFERÊNCIAS

- ABRE- Associação Brasileira de Embalagens, Disponível em:< <http://www.abre.org.br/>> Acesso em 07 de junho de 2020.
- ALMEIDA, C. O. *et al.* Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 211-214.
- 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.
- ANDRADE, G, W. *et al.* **Análise do efeito de óleo vegetal na maturação de frutos de bananeira (*Musa spp.*)**. 2019. 20f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Centro De Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, 2019.
- ARAUJO, J. P. C. de. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira (*Musa sp.* AAA), “Grand Naine” no primeiro ciclo de produção. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Fitotecnia). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura, 2008.
- ARQUELAU, P, B, F. **Desenvolvimento e caracterização de revestimentos comestíveis a partir de farinha de casca de banana (*Musa spp.*) Prata (AAB)**. 2018. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia.
- ASEVEDO, E. A. **Elaboração de cobertura filmogênica à base de pectina extraída da casca do cajá para revestimento em frutas**.2018. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.Natal, 2018.
- 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.
- AZEREDO, H. M. C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 267-278, jul. /dez. 2003.
- BARNES, J.; A, L. A.; GIBBONS, S.; PHILIPSON, J. D. *Echinacea* species (*Echinacea angustifolia* (DC.) Hell. *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt. *Echinacea purpurea* (L.) Moench): a review of their chemistry, pharmacology and clinical properties. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.57, p. 929-954, 2005.
- BARROS, E. C. S. *et al.*, A utilização da banana como fonte de renda para pequenos produtores. **Linkscienceplace** v. 3, n. 2, p. 22-37, 5 abr. 2017. Disponível em: <http://revista.srvroot.com/linkscienceplace/index.php/linkscienceplace/article/view/238/141> Acesso em 23 de out. 2020.
- BAUER R, W, H. *Echinacea* species as potential immunostimulatory drugs. In Wagner H, Farnsworth NR, editors. **Economic and medicinal plant research**. New York: Academic Press Limited; 1991. p. 253-318.

BLEINROTH, E. W, *et al.* **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos.** 2ª ed., Campinas: ITAL, 1985. 302p.

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. *et al.*, Atividade antimicrobiana de filmes a base de gelatina e quitosana contra staphylococcus aureus. 2018, Santana do Livramento. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 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 de dez. de 2020.

BRUCKNER, C. H, **Melhoramento de fruteiras tropicais.** Viçosa: Editora UFV, 2002. p.422. 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.** Curitiba, v. 6. n. 9, p. 65623-65640. 04 set. 2020.

CAMPOS, R. P.; VALENTE, J. P.; PEREIRA, W. E. Conservação pós-colheita de banana cv. nanicao climatizada e comercializada em Cuiabá - MT e região. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p.172–174, 2003.

CASTRICINI, A, *et al.*, Manejo da irrigação na qualidade pós-colheita de banana tipo prata. **Water Resources and Irrigation Management-WRIM**, v. 7, n. 2-3, p. 1-13, 2018.

CASTRICINI, A, *et al.*, Qualidade de banana orgânica produzida no semiárido de minas gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 2, 2017.

CAZÓN, P, *et al.*, Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: **A review. Food Hydrocolloids**, v. 68, p.136-148, 2017.

CAZÓN, P.; VELAZQUEZ, G.; RAMÍREZ, J. A.; VÁZQUEZ, M. Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 68, p.136-148, 2017.

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

CISNEROS, L.; KROCHTA, J, M. Whey Protein Coatings for Fresh Fruits and Relative Humidity Effects. **Journal Of Food Science**, v. 68, n. 1, p. 176-181, jan. 2003.

COELHO, A. F. S. **Avaliação da qualidade após a colheita da banana “prata anã” submetida a tratamentos químicos e armazenada sob refrigeração.** 2007. 115f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

COSTA FILHO, D. V. **Conservação pós-colheita de biri-biri (averrhoa bilimbi L.) com revestimentos comestíveis a base de amido e gelatina.** 2018, 46f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Do Sertão Pernambucano, Salgueiro, 2018.

DEBEAUFORT F. QUEZADA, J, A, VOILLEY A. Edible films and coatings: tomorrow's packagings. **Crit Rev Food Sci Nutr**, v. 38, p.299-313.1998.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade. Washington: FAO, 2013. p. 213 (Nota Técnica n. 1). Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/pt/item/204029/icode/> Acesso em: 25 de ago. 2020.

FAOSTAT, Food and agriculture organization of the United Nations, 2017 Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em: 31 de agosto de 2020.

FERRARI, C. C. **Avaliação do Emprego da Desidratação Osmótica e de Coberturas Comestíveis de Pectina na Estrutura Celular e na Qualidade de Melão Minimamente Processado**. 2009. 170 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FRANÇA, D. L. B. de *et al.*, **Resposta fisiológica, atividade de enzimas antioxidantes e conservação da banana prata tratada com etanol**. 2016. 51f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Campus Marechal Candido Rondon, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Candido Rondon. 2016.

FRANCO, L. S. V. **Estudo de armazenamento de bananas tratadas por luz ultravioleta (uv-c)**. 2019, 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) - Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, 2019.

FREIRE JUNIOR, M; SOARES, A, G. **Orientações quanto ao manuseio pré e pós-colheita de frutas e hortaliças visando à redução de suas perdas**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos-Comunicado Técnico,205. 5p, 2014.

GALLO, M. S. M, A. *et al.*, Pregnancy outcome following gestational exposure to Echinacea: a prospective controlled study. **Arch Intern Med**, v. 160, p.3141-3143, 2000.

GALUS, S.; KADZIŃSKA, J. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. **Trends in Food Science and Technology**, v. 45, p. 273-283, out. 2015.

GIÃO, M. S. *et al.*, Infusions of Portuguese medicinal plants: dependence of final antioxidant capacity and phenol content on extraction features. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, v. 87, n. 14, p. 2638-2647, 2007.

GONTARD, N.; GUILBERT, S. Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. **Boletim do SBCTA**, v. 30, n. 1, p. 3-15, 1995.

HU, C; KITTS, D. D. Studies on the antioxidant activity of Echinacea root extract. J Agric Food Chem. **J. Agric. Food Chem**, v. 48, n. 5, p. 1466-1472, 2000.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - novembro 2020. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. BRASIL, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil> Acesso em: 22 de dez. de 2020.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola. 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_jan.pdf Acesso em: 18 de nov. De 2020.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticasnovportal/economicas/agriculturaepecuaria/9117producaoagricolamunicipalculturastemporariasepermanentes.html?=&t=downloads>. Acesso em: 25 de setembro de 2020.

INDRAS, D. M. **Estudo da toxicidade de garrafada de uso popular**. 2017, 84f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Centro De Ciências Médicas e Farmacêuticas. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2017.

KROCHTA, J.M; MULDER, J. C. Edible films solve problems. **Food Technology**, v.51, n.2, p.60-74, 1997.

LICHTEMBERG, L. A. Colheita e pós-colheita da banana. **Informe Agropecuário**, v.20, n. 196, p. 73-90, 1999.

LIMA, A. M. *et al.* New edible coatings composed of ga lactomannans and collagen blends to improve the postharvest quality of fruits – Influence on fruits gas transferrate. **Journal of Food Engineering**. v. 97, n. 1, p. 101-109, 2010.

LUCENA, C. C. *et al.*, Efeito da película de amido na conservação pós-colheita de frutos de banana cv. ‘Nanicão’. **Revista Agronomia**, Rio de Janeiro, v.38, n.2, p.34-37, 2004.

LUENGO, R. F. A. Embalagens para comercialização de hortaliças e frutas no Brasil. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2009, 256p.

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

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.

MAIA, V.M. et al. Tipos e intensidade de danos mecânicos em bananas 'Prata anã' ao longo da cadeia de comercialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.365-370, 2008.

MANAYI, A; VAZIRIAN, M; SAEIDNIA, S. Echinacea purpurea: Pharmacology, phytochemistry and analysis methods. **Pharmacognosy reviews**, v. 9, n. 17, p. 63, 2015.

MARIANO, A. S. G. **Influência das condições de extração no Rendimento de extratos de Echinacea purpurea**: experiência profissionalizante na vertente de farmácia comunitária, hospitalar e investigação. 2014, 103f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2014.

- MARQUES, L. O. D, *et al.*, Caracterização do fruto de três diferentes grupos de bananas (*Musa spp.*) consumidas no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 18, n. 1, p. 17-22, 2017.
- MARTINS, G. A. S. **Determinação da vida de prateleira por testes acelerados de doce em massa de banana CV. Prata**. 2009. 103f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- MARTINS, R, *et al.*, Armazenamento refrigerado de banana 'Prata Anã' proveniente de cachos com 16, 18 e 20 semanas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1423-1429, 2007.
- MDIC. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. COMEX STAT. MDIC, 2019. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home> Acesso em: 02 set. 2020.
- MEBRATIE, M, A; *et al.* Determinants of postharvest banana loss in the marketing chain of Central Ethiopia. **Food Science and Quality Management**, v.37, p.52-63, 2015.
- MEBRATIE, M. A. *et al.* Determinants of postharvest banana loss in the marketing chain of Central Ethiopia. **Food Science and Quality Management**, v.37, p.52-63, 2017.
- MEDLICOTT, A. P, *et al.*, Measurement of colour changes in ripening bananas and mangoes by instrumental, chemical and visual assessments. **Tropical Agriculture (Trinidad)**, v. 69, n. 2, 161-166, 1990.
- MELCHART, D, *et al.*, Echinacea for preventing and treating the common cold. Oxford. **Cochrane Collaboration Update Software**. v. 131. n. 1, 2000.
- MELLO, G. C. S; JULIÃO, L; TAPETTI, R. Cadeia do Frio: Garantia de vida mais longa e saudável aos hortifrutícolas. **Hortifrutí Brasil**, Piracicaba - São Paulo, p.8-17, fev. 2011.
- MELO, C. C. R, *et al.*, **Perdas pós-colheita de bananas Prata anã na propriedade rural e no mercado varejista: um estudo de caso**. 2013, 93f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- MENEZES, K, R, P, *et al.*, Influência do revestimento comestível na preservação da qualidade pós-colheita de tomate de mesa. In: **Colloquium Agrariae**. v. 13, n. 3, p. 14-28, 8 fev. 2018.
- MENGS, U; CLARE, C. B; POILEY, J. A. Toxicity of Echinacea purpúrea; acute, subacute and genotoxicity studies. **Arzneimittel-forschung**, v.41, p.076-1081, 1991.
- MISHIMA S; SAITO, K; MARUYAMA, H. Antioxidant and immuno-enhancing effects of *Echinacea purpurea*. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**. V. 27, p.1004-1009, 2004.
- 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 (Engenharia Agrônoma) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2017.

MURMU, S. B.; MISHRA, H. N. Optimization of the arabic gum based edible coating formulations with sodium caseinate and tulsi extract for guava. *Lwt - Food Science And Technology*, v. 80, p.271-279, 2017.

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

OLIVEIRA, B. G. **Avaliação das atividades antimicrobiana e imunomoduladora e quantificação de marcadores vegetais em extratos secos de *Echinacea Purpurea***. 2018. 117 f., Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia, Belo Horizonte, 2018.

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, set. 2013.

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

PASSOS, F. R, *et al.*, Propolis extract in postharvest conservation banana ' Prata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 2, p. 15-20, 2016.

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 18 de ago. 2020.

PELLATI, F, *et al.*, Analysis of phenolic compounds and radical scavenging activity of *Echinacea* spp. **Department of Pharmaceutical Sciences**, v. 2, n.35 p.289-301, 2004.

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. **Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal**, São Paulo, v. 32, n. 2, p.407-413, jun. 2010.

PINHEIRO, A. C., et al. Utilização de revestimentos/filmes edíveis para aplicações alimentares. **Boletim de Biotecnologia**, Braga, p. 18-28, out. 2010.

RINALDI, M. M; CARMO, N. R; SALES, R. N. **Conservação pós-colheita de banana Nanicão e Prata**. Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2010, 29p.

ROMAN, J. A.; SGARBIERI, V. C. Caracterização físico-química do isolado protéico de soro de leite e gelatina de origem bovina. **Brazilian Journal of Food Technology**., v. 284, p. 137-243, 2007.

ROSA NETO, C.; ARAUJO, L. V.; SILVA, F. A cadeia produtiva da banana em rondônia: um estudo exploratório acerca dos processos de produção e comercialização, In: Embrapa

Rondônia-Artigo em anais de congresso (ALICE). Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2019, Ilhéus. **Anais eletrônicos**, Ilhéus, SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1116335/1/CadeiaProdutivaBananaRondonia.pdf> Acesso em: 22 de ago. 2020.

SALOMÃO, L. C. C; SIQUEIRA, D. L. **Cultivo da bananeira**. Série Soluções. Viçosa: Editora UFV, 2015.109p.

SANAEIFAR, A., BAKHSHIPOUR, A., GUARDIA, M. Prediction of banana quality indices from color features using support vector regression. **Talanta**, v.148, n.1, p.54–61, 2016.

SANTOS, A. E. O, *et al.*, Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.3, p.508-513, 2011.

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.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; MORAES, B. B., T. **Embalagens ativas e inteligentes para frutas e hortaliças**. Campinas: ITAL, 2009. CETEA informativo. n.1, vol 21, Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens Disponível em: https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v21n1/v21n1_artigo1.pdf Acesso em: 20 de set de 2020.

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.

SELAU, L, G; VIEIRA, G, B, B. Organização de referências visuais na concepção de embalagens sustentáveis para hortifrutícolas. **Revista Imagem**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 36-44, dez. 2011.

SHIARMA, S, M. *et al.*, Bactericidal and anti-inflammatory properties of a standardized Echinacea extract (Echinaforce): dual actions against respiratory bacteria; **Department of Pathology and Laboratory Medicine**; v. 17, n.9, p.563-568. 2010.

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

SIQUERI, T. M.; OLIVEIRA, G. D. O.; MOTA, I. A. Estudo De Revestimentos Comestíveis Com Antimicrobianos Naturais Na Conservação De Frutas. ed. V Jornada Científica e V Simpósio Caminhos Da Extensão, 5ª ed. 2017. **Anais eletrônicos**, Rondonópolis, Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia De Mato Grosso, 2017. Disponível em: http://roo.ifmt.edu.br/media/filer_public/13/81/1381af1a-7496-4b7a-a893-2f08a43b7a02/anaisvjpex.pdf#page=20 Acesso em 21 de dez. de 2020.

SOLTANI, M., ALIMARDANI, R., OMID, M. Evaluating banana ripening status from measuring dielectric properties. **Journal of Food Engineering**, v.105, n.4, p.625– 631, 2011.

- 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, 5 nov. 2018.
- SOUTO, R. F; *et al.*, Novas perspectivas em sistemas de implantação, condução e práticas de manejo da bananeira. **Informe Agropecuário**, v.20, n.196, p.10-15, jan. /fev. 1999.
- TERUEL, B, *et al.*, Forced-air cooling of banana. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.142-146, 2004.
- THOMAZINE, M; CARVALHO, R, A.; SOBRAL, P, J, A. Physical Properties of Gelatin Films Plasticized by Blends of Glycerol and Sorbitol. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 3, p. 172-176, 2005.
- TOSELLI F. A GILLAM, E. *Echinacea* metabolism and drug interactions: The case for standardization of a complementary medicine. **Life Sciences**.v. 85, n. 4, p.97- 106, 2009.
- VIEIRA, L, S, **Ação do ozônio no amadurecimento de banana (Musa spp. AAB) ‘Prata Anã’**. 2016. 64f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Departamento de Química, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- VILA, M. T. R *et al.*, Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, p.1435-1442, 2006.
- VILAS BOAS, E.V. B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: Fundação de Apoio, Pesquisa e Extensão ao Ensino da UFLA, 2002. 65p.
- VILLADIEGO, A, E, D, *et al.*, Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 300, p. 221-244, 2005.
- VIVIANI, L. **Avaliação da qualidade pós-colheita de banana prata anã associada a embalagens**. 2006, 73f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) –Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- WERNER, S, *et al.*, Utilização de imagens digitais para avaliação da coloração de banana prata submetida a diferentes tratamentos pós-colheita. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 381-387, jun. 2009.
- XAVIER, T. D. N. **Síntese e aplicação de revestimentos à base de fécula, quitosana e cera de carnaúba na conservação pós-colheita da banana**. 2017, 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais) - Universidade Federal Rural Do Semiárido, Mossoró, 2017.
- ZENEBON, 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.