

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GIOVANI ALMEIDA CAMARGO

**DESENVOLVIMENTO E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS
ATIVAS BIODEGRADÁVEIS EM HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS**

PONTA GROSSA - PR

2020

GIOVANI ALMEIDA CAMARGO

**DESENVOLVIMENTO E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS
ATIVAS BIODEGRADÁVEIS EM HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS**

Dissertação de mestrado apresentada
como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre no
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana
Bonametti Olivato

PONTA GROSSA - PR
2020

C172

Camargo, Giovani Almeida

Desenvolvimento e potencial de utilização de embalagens ativas biodegradáveis em hortaliças minimamente processadas / Giovani Almeida Camargo. Ponta Grossa, 2020.

136 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Área de Concentração: Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Bonametti Olivato.

1. Moranga. 2. Bioplásticos. 3. Embalagens ativa. 4. Milho superdoce. 5. Minimilho. I. Olivato, Juliana Bonametti. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ciências e Tecnologia de Alimentos. III.T.

CDD: 664

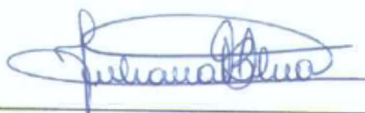
TERMO DE APROVAÇÃO

GIOVANI ALMEIDA CAMARGO

DESENVOLVIMENTO E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS ATIVAS BIODEGRADÁVEIS EM HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS.

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



Prof.ª. Dr.ª. Juliana Bonametti Olivato - UEPG - PR



Prof.ª. Dr.ª. Sabrina Ávila Rodrigues - UTFPR - PR



Prof. Dr. Guilherme de Almeida Tedrus - UEPG - PR

Ponta Grossa, 18 de fevereiro de 2020.

Dedico a Deus por toda a existência.
Dedico à minha madrinha Aracy Milleo Grudzien (*in memoriam*).
Dedico aos meus pais que foram fundamentais nessa etapa.
A todos os familiares, amigos e colegas que acrescentaram em algo na minha caminhada na pós-graduação.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço a CAPES pelo apoio ao projeto de pós-graduação.

Agradeço ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida a esse trabalho.

Aos meus pais, Antonio José Camargo e Joseli Almeida Camargo e meu irmão, Gustavo Almeida Camargo, que sempre estiveram ao meu lado e me apoiaram.

Ao meu irmão Gustavo Almeida Camargo, pela amizade e atenção dedicada quando sempre precisei.

Agradeço à minha orientadora Profa. Dra. Juliana Bonametti Olivato por todo o auxílio prestado para a conclusão desse trabalho, bem como sou eternamente grato por todos os ensinamentos que colaboraram para a minha formação.

Saliento o enorme auxílio prestado pelo Prof. Dr. José Raulindo Gardingo no desenvolvimento do trabalho, sendo essencial a sua participação para a obtenção da matéria prima estudada. Meus sinceros agradecimentos por todo o conhecimento repassado na graduação e agora na minha pós-graduação que foi de enorme valia para o meu desenvolvimento acadêmico.

Às colegas de pós-graduação Ana Bedim e Rafaela Gomes, que me ajudaram de várias maneiras no decorrer de minha jornada no mestrado. Extendo também meus agradecimento a todos os discentes e docentes da Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na UEPG que puderam participar de alguma maneira durante minha trajetória no curso.

Às alunas da graduação, Nataly, Erika e Lorena pela ajuda na parte experimental do projeto desenvolvido.

Agradeço às laboratoristas Cida, Miriam, Denise, Eliane e demais funcionários ou docentes da UEPG por toda a ajuda que recebi durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate pelo aconselhamento e apoio relativo à minha alocação no mestrado, além da assessoria e colaboração prestada nesse trabalho.

Ao Prof. Dr. Alessandro Nogueira, pela ajuda e aprendizado que pude obter ao conviver com o senhor, além de todo o suporte prestado relativo à obtenção de bolsa ao decorrer desse projeto.

Agradeço aos membros das bancas de qualificação e defesa pelas considerações e correções apontadas no decorrer da elaboração do documento final da dissertação. Aos membros da banca de qualificação, Prof Dr. Ivo Mottin Demiate e Prof. Dr. José Raulindo Gardingo e aos membros da banca de defesa, Prof. Dr. Guilherme de Almeida Souza Tedrus e Profa. Dra. Sabrina Ávila Rodrigues, meus sinceros agradecimentos por todo o trabalho prestado em prol do aperfeiçoamento do presente trabalho.

A todos as pessoas, sejam colegas de pós-graduação ou graduação, docentes e funcionários da instituição, familiares, colegas e amigos cujos nomes não são aqui citados, mas que me auxiliaram de uma forma ou de outra no decorrer da dissertação.

RESUMO GERAL

O crescimento populacional mundial, as diversas recomendações emitidas por autoridades da saúde onde se propõe alimentos que sejam mais adequados para uma nutrição saudável, a necessidade de inovação por novas tecnologias renováveis bem como os desafios do setor de pós-colheita de alimentos apresentam um panorama desafiante para a academia, o que requer uma abordagem que lance mão da multidisciplinariedade, onde áreas de conhecimento distintas possam estar unidas com o intuito de gerar tecnologia viável sob o desafiante paradigma enunciado. Em conjunto a esses fatores, percebe-se no Brasil a necessidade de enfoque nas hortaliças minimamente processadas, tanto como meio para impulsionar o consumo destas bem como para reduzir as perdas destas. Três hortaliças figuraram nesse trabalho como opções condizentes com o perfil de tecnologia aplicado, sendo estas: o minimilho, caracterizado como uma hortaliça de alto valor agregado com várias possibilidades de uso em produtos culinários; a abóbora do tipo moranga, popular em todo o Brasil mas que pode ampliar sua base de consumo mediante o processamento mínimo e o milho verde superdoce, este um exemplar exótico para a maior parte dos habitantes do país, mas que possui um distinto sabor adocicado, sendo uma experiência sensorial diferenciada quando comparada ao milho verde comum que é muito difundido em todas as regiões brasileiras. Com esses diferentes vegetais e a necessidade de empregar tecnologias de matriz sustentável, optou-se por empregar a tecnologia de plastificação de amido de mandioca, onde se efetuou a manufatura de filmes aderíveis em polietileno, além da aplicação do processo de extrusão para a obtenção de péletes. Os materiais bioplásticos obtidos foram associados com ingredientes ativos que atuam em prol de uma melhor conservação da hortaliça, tais como a argila zeólita, o permanganato de potássio e óleo de tomilho. O trabalho elaborado debruçou-se sobre esses três tipos de hortícolas no primeiro capítulo, com o posterior enfoque em cada um destes nos capítulos sequenciais.

Palavras-chave: Milho superdoce, minimilho, moranga, bioplásticos, embalagens ativa.

ABSTRACT

With the world population growth, the various recommendations issued by health authorities proposing foods that are more suitable for healthy nutrition, the need for innovation by new renewable technologies as well as the challenges of the post-harvest food sector present a challenging picture for academia, which requires an approach that uses multidisciplinary, where different areas of knowledge can be united in order to generate viable technology under the challenging paradigm stated. Together with these factors, there is a need in Brazil to focus on minimally processed vegetables, both as a means to boost their consumption as well as to reduce their losses. Three vegetables were included in this work as options consistent with the applied technology profile, namely: the baby corn, characterized as a vegetable with high added value with several possibilities for use in culinary products; a pumpkin squash, popular throughout Brazil but which can expand its consumption base through minimal processing and super sweet green corn, an exotic example for most of the country's inhabitants, but which has a distinct sweet taste, being a different sensorial experience when compared to common green corn, which is very widespread in all Brazilian regions. With these different vegetables and the need to use sustainable matrix technologies, it was decided to use the technology of plasticization of cassava starch, where the manufacture of adherent polyethylene films was carried out, in addition to the application of the extrusion process to obtain pellets. The bioplastic materials obtained were associated with active ingredients that act in favor of a better conservation of the vegetable, such as zeolite clay, potassium permanganate and thyme oil. The elaborated work looked at these three types of vegetables in the first chapter, with the subsequent focus on each of these in the sequential chapters.

Keywords: Super sweet corn, baby corn, squash, bioplastics, active packaging.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Lavoura de milho superdoce em estado vegetativo, na região do Capão da Onça, Ponta Grossa – PR.....	27
Figura 1.2	Fluxograma simplificado da rede de distribuição americana para milho verde superdoce.....	28
Figura 1.3	Foto de uma moranga produzida na FESCON.....	35
Figura 1.4	Representação em cores da seleção de moléculas (vermelho) por poros de zeólita (branco).....	39
Figura 1.5	Reações químicas da oxidação de etileno. Imagem adaptada de Sá et al. (2008) e Sorbentsystems (2006).....	41
Figura 2.1	À esquerda - Espiguetas de milho recebendo a polinização em sua flor feminina (popularmente conhecido como “cabelo” do milho). Caso a colheita da espiguetas ocorra antes do processo de polinização, tem-se o minimilho. À direita - Minimilho colhido, antes do início das etapas de processamento mínimo.....	50
Figura 2.2	Fluxograma de pós colheita do minimilho.....	51
Figura 2.3	Minimilho descascado durante o processamento mínimo.....	52
Figura 2.4	Minimilho após a embalagem em bandejas de poliestireno, com ou sem filmes biodegradáveis, envoltas em filme plástico de PVC.....	53
Figura 2.5	Gráfico de acidez total titulável de amostras de minimilho avaliadas por um período de 13 dias.....	57
Figura 2.6	Gráfico de perda de massa de amostras de minimilho avaliadas por um período de 13 dias.....	58
Figura 3.1	Aspecto da moranga após corte inicial longitudinal para o processamento.....	64
Figura 3.2	Morangas cortadas em meia lua antes da remoção da casca..	64
Figura 3.3	Moranga em meia lua.....	64
Figura 3.4	Fluxograma do processamento mínimo da moranga.....	65
Figura 3.5	Moranga minimamente processada durante o teste de firmeza.....	68
Figura 3.6	Valores de perda de massa (%) obtidos nos diferentes tratamentos avaliados.....	71
Figura 3.7	Valores de pH obtidos nos diferentes tratamentos avaliados...	73
Figura 4.1	Polinização manual da planta de milho.....	81
Figura 4.2	Milho polinizado e devidamente datado.....	81
Figura 4.3	Espiga de milho verde superdoce recém colhida.....	82
Figura 4.4	Fluxograma do processamento mínimo utilizado para milho verde superdoce.....	83
Figura 4.5	Milho verde superdoce após colheita em campo.....	84
Figura 4.6	Execução do procedimento de remoção da palhada, restos do “cabelo” e demais impurezas das espigas.....	84
Figura 4.7	Péletes extrusados. Ao lado, solução de permanganato de potássio e borrifador para aplicação.....	85
Figura 4.8	Péletes extrusados e aspergidos com solução de permanganato de potássio.....	86
Figura 4.9	Etapas de preparação da solução filmogênica.....	87

Figura 4.10	Processo de secagem dos filmes em estufa tipo B.O.D.....	87
Figura 4.11	Análise de graus Brix de milho verde superdoce.....	90
Figura 4.12	Representação ilustrativa da aplicação do teste de firmeza em amostras de milho verde. Na imagem, 1 representa o local de inserção do probe, 2 representa o probe e 3 representa a base de apoio da amostra de milho. Na foto ao lado com corte transversal visto de cima, temos a amostra de milho com o ponto de inserção da ponta do probe representado.....	90
Figura 4.13	Análise de texturometria efetuada nas amostras de milho verde superdoce.....	91
Figura 4.14	FMilho verde superdoce apresentando granação irregular devido a falhas na polinização.....	95
Figura 4.15	Ocorrência de podridão fúngica concentrada na ponta de espiga de milho verde superdoce. A extremidade também apresenta uma polinização deficiente.....	96
Figura 4.16	Avaliação gráfica da perda de massa de MSMP dos diferentes tratamentos.....	99
Figura 4.17	Gráfico descritivo dos valores de graus Brix diários das espigas de plantas de milho sob diferentes datas de polinização (P13: 13/02, P14: 14/02, P18: 18/02, P19: 19/02).	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1	Valores composicionais de espiga de milho verde (“ <i>Fresh Corn</i> ”).....	22
Quadro 1.2	Conteúdo de carboidratos contidos no endosperma de dois genótipos, em 4 estádios de colheita.....	24
Quadro 1.3	Composição centesimal do cultivar de milho superdoce, variedade BR 400.....	25
Quadro 1.4	Taxa Respiratória de milho doce.....	29
Quadro 1.5	Proporção dos componentes no minimilho.....	32
Quadro 2.1	Proporções utilizadas na produção dos filmes biodegradáveis de zeólita (Z).....	53
Quadro 2.2	Avaliação visual avaliando o grau de condensação, ressecamento e presença de bolores e leveduras.....	56
Quadro 3.1	Formulações utilizadas no desenvolvimento das embalagens controle e ativas.....	66
Quadro 3.2	Valores iniciais de ATT (% ácido málico), pH, umidade e teor de sólidos solúveis (°Brix) das morangas minimamente processadas, antes do armazenamento.....	69
Quadro 4.1	Formulação dos péletes.....	87
Quadro 4.2	Componentes do filme de amido controle (C), com adição de nanoargila zeólita (Z) e com adição de óleo essencial de tomilho (T).....	89
Quadro 4.3	Médias mensais e pluviosidade total obtidas durante o período de plantio do milho verde superdoce.....	96
Quadro 4.4	Composição centesimal das amostras de milho verde superdoce.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Resultados do teor de umidade (%) das amostras de MnMP sob diferentes tratamentos.....	58
Tabela 3.1	Embalagens avaliadas para o acondicionamento de MMP.....	64
Tabela 3.2	Resultados da análise de graus Brix de MMP sob diferentes tratamentos.....	67
Tabela 3.3	Resultados da análise de umidade de MMP sob diferentes tratamentos.....	67
Tabela 3.4	Resultados da análise de acidez total titulável (ATT) em % de ácido málico para MMP sob diferentes tratamentos.....	69
Tabela 3.5	Tabela 3.5 Resultados da análise de luminosidade (L) de MMP sob diferentes tratamentos.....	71
Tabela 3.6	Resultados da análise de croma *a de MMP sob diferentes tratamentos.....	71
Tabela 3.7	Resultados da análise de croma *b de MMP sob diferentes tratamentos.....	72
Tabela 3.8	Resultados da análise de firmeza de MMP sob diferentes tratamentos.....	73
Tabela 4.1	Embalagens avaliadas para o acondicionamento das amostras de MSMP.....	85
Tabela 4.2	Resultados da análise de umidade das amostras de MSMP sob diferentes tratamentos.....	95
Tabela 4.3	Resultados da acidez total titulável das amostras de MSMP sob diferentes tratamentos.....	97
Tabela 4.4	Resultados do teor de sólidos solúveis das amostras (°Brix) das amostras de MSMP sob diferentes tratamentos.....	98
Tabela 4.5	Resultados da análise de açúcares redutores das amostras de MSMP sob diferentes tratamentos.....	100
Tabela 4.6	Resultados da análise de firmeza das amostras de MSMP sob diferentes tratamentos.....	101

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	15
	OBJETIVOS.....	17
	OBJETIVO GERAL.....	17
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
Capítulo I	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
	RESUMO.....	19
	ABSTRACT.....	20
1.1	MILHO VERDE (<i>Zea mays</i> L.).....	21
1.2	MILHO VERDE SUPERDOCE (<i>Zea mays</i> L. var. <i>saccharata</i>).....	23
1.2.1	Processamento mínimo do milho verde superdoce (<i>Zea mays</i> L. var. <i>saccharata</i>).....	29
1.3	MINIMILHO.....	31
1.3.1	Processamento mínimo do minimilho.....	33
1.4	MORANGA (<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne).....	33
1.4.1	Processamento mínimo da moranga (<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne).....	35
1.5	AMIDO TERMOPLÁSTICO.....	36
1.6	ARGILAS ZEÓLITAS.....	38
1.7	ABSORÇÃO DE ETILENO POR VIA OXIDATIVA COM PERMANGANATO DE POTÁSSIO.....	40
1.8	APLICAÇÕES DE EMBALAGENS ATIVAS ABSORVEDORAS DE ETILENO.....	42
1.9	ÓLEOS ESSENCIAS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS.....	45
Capítulo II	USO DE EMBALAGENS ATIVAS EM MINIMILHO MINIMAMENTE PROCESSADO.....	47
	RESUMO.....	47
	ABSTRACT.....	48
2.1	INTRODUÇÃO.....	49
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	50
2.2.1	Processamento mínimo da hortaliça.....	50
2.2.2	Elaboração dos filmes de amido.....	52
2.2.3	Condicionamento das amostras de minimilho.....	53
2.2.4	Análises físico-químicas das amostras de minimilho.....	54
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
2.4	CONCLUSÃO.....	59
Capítulo III	USO DE EMBALAGENS ATIVAS EM MORANGA MINIMAMENTE PROCESSADA.....	60
	RESUMO.....	60
	ABSTRACT.....	60
3.1	INTRODUÇÃO.....	62
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	63
3.2.1	Processamento mínimo da hortaliça.....	63
3.2.2	Obtenção das embalagens ativas.....	66

3.2.2.1	Filmes de amido.....	66
3.2.2.2	Aplicação dos tratamentos na embalagem de moranga.....	66
3.2.3	Análises físico-químicas das amostras.....	67
3.2.3.1	Perda de massa.....	67
3.2.3.2	Determinação de umidade.....	67
3.2.3.3	Acidez total titulável.....	67
3.2.3.4	Teor de sólidos solúveis (°Brix).....	68
3.2.3.5	Teste de firmeza.....	68
3.2.3.6	Avaliação de cor.....	68
3.2.3.7	Análise de pH.....	69
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
3.4	CONCLUSÃO.....	76

Capítulo IV	USO DE EMBALAGENS ATIVAS EM MILHO SUPERDOCE	
	MINIMAMENTE PROCESSADO.....	77
	RESUMO.....	77
	ABSTRACT.....	78
4.1	INTRODUÇÃO.....	79
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	80
4.2.1	Processamento mínimo da hortaliça.....	80
4.2.2	Obtenção das embalagens ativas.....	85
4.2.2.1	Péletes.....	85
4.2.2.2	Filmes de amido.....	86
4.2.2.3	Aplicação dos tratamentos na embalagem de milho verde superdoce.....	88
4.2.3	Análises físico-químicas das amostras.....	88
4.2.3.1	Perda de massa.....	88
4.2.3.2	Determinação de umidade.....	89
4.2.3.3	Acidez total titulável.....	89
4.2.3.4	Teor de sólidos solúveis (°Brix).....	89
4.2.3.5	Teste de firmeza.....	90
4.2.4	Caracterização centesimal das amostras de milho verde superdoce.....	91
4.2.4.1	Determinação de Lipídeos.....	91
4.2.4.2	Determinação de Resíduo Mineral (cinzas).....	91
4.2.4.3	Determinação de Proteína Bruta.....	92
4.2.4.4	Teor de Açúcares Totais e Redutores.....	92
4.2.4.5	Análise estatística.....	92
4.2.4.6	Análise agronômica.....	93
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	93
4.3.1	Considerações agronômicas sobre o cultivo do milho verde superdoce.....	93
4.3.2	Caracterização centesimal.....	97
4.3.3	Influência das embalagens ativas nas amostras.....	97
4.4	CONCLUSÃO.....	105

	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106
	REFERÊNCIAS.....	107
ANEXO A	DADOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA BASF S. A. PONTA GROSSA MINIFARM 121.....	127

INTRODUÇÃO

No decorrer da história humana, o início do desenvolvimento das técnicas de olericultura foi fundamental para atender as necessidades alimentícias que se pode obter de hortaliças antes coletadas no meio silvestre (WELBAUM, 2015). Com o passar do tempo, esses alimentos tiveram sua importância reforçada, uma vez que a pesquisa esclareceu a altíssima contribuição que representantes dos alimentos hortícolas agregam na dieta, como por exemplo, o fornecimento de minerais e vitaminas essenciais ao organismo (ELIAS, 2014).

Especialistas da área de nutrição destacam a relevância da conscientização nacional referente a essa categoria alimentícia de legumes no consumo cotidiano da população (SICHIERI et al., 2000) e pesquisas científicas apontam estudos que observam a ação dos valores alimentares como antecedentes de atitudes e comportamentos (MISSAGIA, 2012), estudos esses que corroboram a ideia de que alimentos vegetais fornecidos de forma mais natural podem ser uma opção benéfica a saúde pública. Tal informação é apontada no estudo de Martins e Faria (2018), aonde uma das contrapropostas que advoga o combate aos alimentos ultraprocessados também postula que essa atitude “resgata tanto os alimentos naturais e regionais como também a qualidade de vida da população”.

No Brasil, o consumo de hortaliças minimamente processadas tende a crescer, devido a sua praticidade, além de reduzir as perdas no setor devido ao maior aproveitamento dos vegetais (GOMES et al., 2005). A demanda crescente por produtos olerícolas impulsiona o fornecimento de vegetais de alta qualidade sanitária e nutricional pelo setor, incluindo a difusão crescente e bem-sucedida de uma nova categoria de produtos. Nesta categoria, o alimento sofre processos de pré-preparo, mas conseguem conservar características atreladas a um produto *in natura*, como o frescor. Essa categoria é nomeada como minimamente processados (MP) (CENCI, 2011).

O desenvolvimento de polímeros biodegradáveis encontra-se em voga e é amplamente explorado pela comunidade acadêmica em escala mundial, podendo ser empregados de inúmeras maneiras na indústria de alimentos, cosméticos, vestimentas e fibras, podendo ser aplicados até mesmo no setor de exploração de petróleo (LIMA; OKIMOTO, 2009), com relevantes publicações na área da engenharia e medicina envolvendo esse perfil de material (BORSCHIVER; ALMEIDA; ROITMAN,

2008). Estes materiais podem ser usados como géis, nanofibras, biomaterial para liberação de droga, nanopartículas, hidrogéis, entre outras aplicações (FARIAS et al., 2016).

Sobretudo se é notado que os materiais poliméricos biodegradáveis entram em pauta principalmente quando são mencionadas políticas públicas ambientais. Isso ocorre fundamentalmente por conta da degrabilidade do material que permite sua total incorporação ao meio ambiente, algo diametralmente oposto à decomposição dos plásticos de derivados do petróleo que são os que mais aparecem no lixo urbano (DE GUAMÁ et al., 2008), os quais perduram por vários anos no meio ambiente até sua total degradação, além de serem obtidos de recursos não renováveis. A possibilidade da utilização de polímeros que abandonem ou reduzam substancialmente o uso de matérias-primas petrolíferas na sua fabricação é de muita valia, sendo uma alternativa para reverter o exponencial aumento de lixo plástico descartado (BRITO et al., 2011) que causa problemas de ordem ecológica, social, sanitária e econômica que afetam toda a sociedade.

Números alarmantes de desperdício, onde 45% de toda a produção de frutas e vegetais são desperdiçadas (FAO, 2012), sendo essa informação fortemente correlacionada com um problema de escala global que é a epidemia da fome, com 39,3 milhões de pessoas que passam por essa grave condição apenas na América Latina e Caribe, (FAO, 2018a), levam a uma incessante demanda para a obtenção de produtos desenvolvidos para uso prático, que permitam a extensão do tempo de vida útil de alimentos classificados na natureza hortifrutigranjeira.

Embalagens ativas podem cumprir essa função, sendo que estas consistem em um conceito inovador de embalamento, definido pela interação entre embalagem, alimento e ambiente, que proporciona o prolongamento da vida de prateleira, podendo também melhorar quesitos sensoriais ou de segurança alimentar com a devida manutenção da qualidade do produto (SUPPAKUL et al., 2003). Como exemplo, podemos apontar a existência de testes bem sucedidos de embalagens que contam com sistemas absorvedores, as quais já vêm sendo devidamente testadas em produtos vegetais com sucesso (BRAGA; SILVA, 2017).

Foram escolhidos três tipos de hortaliças viáveis a serem utilizadas para a avaliação da eficiência das embalagens ativas (minimilho, milho verde superdoce e moranga), sendo os resultados separados em três diferentes capítulos, precedidos por um capítulo que trata da revisão da bibliografia referente à temática.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Elaborar embalagens ativas a base de materiais biopoliméricos de amido de mandioca e aplicá-las no condicionamento de minimilhos, milhos verdes superdoce e morangas minimamente processados, avaliando a eficácia dos tratamentos na conservação e qualidade das hortaliças utilizadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Preparar diferentes formulações de biopolímeros à base de amido de mandioca;
- Incorporar substâncias ativas (zeólitas, permanganato de potássio e óleo essencial de tomilho) nas formulações dos biopolímeros;
- Avaliar a possibilidade de aplicação dos biopolímeros produzidos em embalagens ativas contendo hortaliças minimamente processadas através das características visuais e processabilidade dos materiais;
- Avaliar a eficácia das embalagens ativas testadas através do monitoramento dos parâmetros físico-químicos das hortaliças atrelados a qualidade dos produtos na pós-colheita.

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

Resumo

Produtos minimamente processados figuram como opções de consumo de grande procura atualmente. Os mais diferentes tipos de vegetais e frutas são oferecidos ao público das mais variadas formas e dentre essas, a utilização de processamento mínimo tem obtido uma grande expansão na venda de hortifrúti, sendo basicamente uma técnica aplicável a quase todo tipo vegetal consumível *in natura*. A qualidade e durabilidade de um minimamente processado está intrinsicamente ligada ao seu embalamento e condições de armazenamento, uma vez que estes processos tornam o produto mais sensível aos efeitos do ambiente externo, bem como pode estimular processos fisiológicos relacionados a maturação e senescência. As tecnologias de embalagens ativas apresentam uma alternativa que pode estender o *shelf life* desta categoria de produto, em conjunto com a possibilidade de melhor conservação dos aspectos sensoriais e nutricionais existentes nos alimentos. Não obstante, a qualidade de embalagens contemporâneas não pode ser estritamente conceituada por sua utilidade básica de oferecer o produto protegido ao consumidor, mas também é desejável que a mesma possa ser adequada para um descarte ecológico, uma vez que uma das grandes preocupações atuais diz respeito aos problemas do lixo gerado mundialmente, proveniente principalmente de plásticos derivados do petróleo. Este é um cenário favorável para o contínuo desenvolvimento de bioplásticos efetuados pela academia mundial, que oferece materiais poliméricos com propriedades e qualidades aceitáveis para o uso em determinadas funções, como no embalamento do setor alimentício. Estudos ainda se debruçam nessa área com novas técnicas sendo desenvolvidas diariamente, mas já se vislumbra a possibilidade de se utilizar biopolímeros como componentes parciais ou totais de embalagens. O desenvolvimento de embalagens biodegradáveis que propiciem uma evolução na conservação na pós-colheita de produtos de hortifruti e que sejam produzidos de maneira ambientalmente sustentável são de interesse mundial.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; *Zea mays* L. var. *Saccharata*; minimilho; *Cucurbita maxima* Duchesne; embalagens ativas.

Abstract

Minimally processed products are currently in high demand for consumption. The most different types of vegetables and fruits are offered to the public in the most varied ways and among these, the use of minimal processing has achieved a great expansion in the sale of vegetables and fruits, being basically a technique applicable to almost any type of vegetable that can be consumed in natura. The quality and durability of a minimally processed product is intrinsically linked to its packaging and storage conditions, since these processes make the product more sensitive to the effects of the external environment, as well as can stimulate physiological processes related to maturation and senescence. Active packaging technologies present an alternative that can extend the shelf life of this product category, together with the possibility of better preservation of the sensory and nutritional aspects existing in food. Nevertheless, the quality of contemporary packaging cannot be strictly conceptualized for its basic utility of offering the protected product to the consumer, but it is also required that it be suitable for ecological disposal, since one of the great current concerns it concerns the problems of waste generated worldwide, mainly related to plastics derived from petroleum. This is a favorable scenario for the continuous development of bioplastics carried out by the world academy, which offers polymeric materials with acceptable properties and qualities for use in certain functions, such as food packaging. Studies still focus on this area with new techniques being developed daily, but the possibility of using biopolymers as partial or total packaging components is already being envisaged. The development of biodegradable packagings that provides an evolution in the post-harvest conservation of horticultural products and that are produced in an environmentally sustainable way is a matter of worldwide interest.

Keywords: *Zea mays* L.; *Zea mays* L. var. *Saccharata*; baby corn; *Cucurbita maxima* Duchesne; active packaging.

1.1 MILHO VERDE (*ZEa MAYS L.*)

O plantio do milho (*Zea mays L.*), pertencente à família Poaceae (antigo Graminae), remonta a uma das várias culturas agrícolas que foram posteriormente difundidas no mundo após o contato das navegações europeias com os povos ameríndios que já cultivavam essa gramínea (PARK; HONGU; DAILY, 2016). O milho é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo. Por se tratar de uma gramínea, sua família botânica é classificada como herbáceas (não lenhosas), possuem venação foliar paralela, sistema radicular fibroso e formam sementes em uma alongada estrutura de caule. É uma monocotiledônea, sendo também uma planta de ciclo anual (BALL; HOVELAND; LACEFIELD, 2015).

O consenso mais aceito na bibliografia credita o milho atual como descendente da antiga gramínea selvagem conhecida como “Balsa Teosinte” (*Zea mays* spp. *Parviglumis*) (WANG et al., 1999), sendo o milho moderno obtido por várias gerações que empreenderam seleção dos grãos das plantas com características mais desejadas pelos povos nativos da América Central, na região do atual México (PRUITT, 2016). Estima-se que esse processo de domesticação ocorreu cerca de 7.000 a 10.000 anos atrás (SMITH, 1989). Seu cultivo obteve êxito em diversas localidades do mundo, tendo a sua difusão na Europa, Ásia e África exercida primariamente pelos navegadores espanhóis e portugueses (BARGHINI, 2015).

A produção mundial de milho na safra de 2018/2019 chegou a 1.099.610.000 toneladas métricas, sendo que no Brasil, a produção de milho na safra de 2018/2019 foi de aproximadamente 94.500.000 toneladas métricas (STATISTA, 2020). O milho é aceito popularmente em variadas formas de consumo durante todo o ano, sendo marcante o seu apelo em festas típicas do mês de junho. As espigas de milho dentado colhidas no estágio verde de maturação fisiológica (conhecido, portanto, como milho verde) se apresentam como uma forma de consumo apreciada mundialmente, sendo este consumido no Brasil com as suas espigas assadas ou cozidas, bem como processado industrialmente para o consumo de mingau, pamonha, sorvetes, bolos, entre outros (FAVARATO et al., 2016).

Adentrando aspectos socioeconômicos históricos, o milho figura notavelmente como fonte alimentar primária e básica na agricultura familiar em países pobres e comunidades tradicionais rurais, sendo notavelmente presente na tradição da culinária brasileira (DUARTE, 2011). Em relação a sua composição nutricional, o milho possui

micronutrientes, como as vitaminas A e do complexo B, além de minerais como cálcio, ferro, fósforo e potássio (CIB, 2006). O Quadro 1.1 apresenta os valores de macronutrientes referentes ao milho verde.

Quadro 1.1 – Valores composicionais de espiga de milho verde (*Fresh Corn*).

Espiga de milho verde (90 g)	
Proteínas	3 g
Gorduras totais	1 g
Carboidratos totais	17 g
Açúcares	3 g
Fibra dietética	2 g

Fonte: Adaptado de USDA (2012).

A área estimada de plantio global de milho classificado como do tipo doce no mundo, no ano de 2006, foi em torno de 500.000 hectares (SZYMANEK et al., 2006). Os Estados Unidos da América dominam a produção mundial de milho verde, tal como acontece com os grãos de milho, com média produtiva de 3.353.040 toneladas em 2016 (FAO, 2018b). Sendo um país reconhecido pela cultura do milho, é importante salientar que o milho do tipo verde consumido nos Estados Unidos da América é exclusivamente o do tipo doce (NIELSEN, 2009), sendo o milho superdoce preferido pelo público desde a sua popularização no mercado norte-americano (TRACY, 1997).

Já o Brasil, no que diz respeito à produção nacional de milho, é de grande importância no mercado de *commodities* global, registrando, para a safra 2017/2018, 82.181,3 milhões t de grãos, e ocupando a posição de terceiro maior produtor e segundo maior exportador, com notável consumo doméstico do grão (CONAB, 2018). Contudo, é importante frisar que essas estatísticas deixam de fora outros produtos obtidos da planta do milho que não são o grão no estágio final da maturação fisiológica, como o minimilho e a categoria de milho verde. Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia destacam-se como os estados com maiores produções de milho verde (MORAES, 2009).

Ressalta-se que na década de 70 não havia no Brasil cultivares específicos para o plantio de milho verde do tipo comum. Contudo, foram observados grandes avanços posteriores, como o desenvolvimento de programas de melhoramento voltados para o plantio dessa categoria de milho (PEREIRA FILHO; OLIVEIRA; CRUZ, 1998). A ausência de dados referentes à produção de milho verde nacional ocorre em virtude do fato de que boa parte dessa produção não é contabilizada, por ser de

consumo de subsistência de diversas propriedades rurais familiares, bem como por conta de vendas realizadas na informalidade ou em feiras, que carecem de levantamento estatístico.

1.2 MILHO VERDE SUPERDOCE (*Zea mays* L. var. *saccharata*)

A conclusão dos historiadores segundo a análise documental trazida por Tracy (1997) alega que a primeira utilização registrada do *sweet corn* ocorreu em 1779, na região da Nova Inglaterra, nos Estados Unidos da América. Na nomenclatura aceita pela língua portuguesa, *sweet corn* recebe a tradução literal de milho doce. É definido como milho doce o milho cujo endosperma conta com acúmulo de açúcares, propiciado por ocorrência genética (REVILLA; TRACY, 1995a, 1995b). A bibliografia classifica a nomenclatura do milho doce como sendo *Zea mays* L. var. *rugosa* ou *saccharata* (RHODES, 2018).

Os milhos doces atuais são caracterizados conforme o tipo de alelo que expressam no genótipo, podendo ser alelo *su*, *se* e *sh2* (abreviaturas que significam *normal sugary*, *sugary enhanced* e *shrunk*), que podem ser traduzidas como “açucarado normal”, “açucarado reforçado” e “enrugado”) (SEVEW GROUP, 2017). O milho de expressão genotípica *sh2* conhecido como *super sweet corn* (milho superdoce traduzido em português), ocorre devido a uma característica desenvolvida via melhoramento genético de culturas agrícolas.

De acordo com Tracy (1997), o milho superdoce apresenta elevada qualidade sensorial por conta da alta porcentagem de açúcares em conjunto com uma favorável extensão de vida útil quando comparado ao milho doce comum (LAUGHNAN, 1954). O perceptível sabor adocicado, de grande aceitabilidade pelos consumidores, se dá por conta da conversão de açúcares em amido no interior do grão ser mais lenta que o usual (TRACY, 1997) com índices de açúcares no endosperma de duas até quatro vezes maiores na variedade superdoce (*sh2*) que no milho doce comum (LAUGHNAN, 1953). A quantidade de açúcares presente em milhos de genótipo *sh2* é muito superior quando comparada com outras espécies, tal como se pode visualizar no Quadro 1.2.

Quadro 1.2 – Conteúdo de carboidratos contidos no endosperma de dois genótipos, em 4 estádios de colheita.

Genótipo	Idade do grânulo de milho (dias)	Teor total de açúcar (%)	Polissacarídeos solúveis em água (%)	Amido (%)	Carboidratos totais (%)
Milho verde comum	16	17,6	3,7	39,2	60,5
	20	5,9	2,8	66,2	74,9
	24	4,8	2,8	69,2	76,1
	28	3,0	2,2	73,4	78,6
Milho verde superdoce (<i>sh2</i>)	16	28,3	5,6	22,3	56,1
	20	34,8	4,4	18,4	57,6
	24	29,4	3,4	19,6	51,4
	28	25,7	5,1	21,9	52,8

Fonte: Adaptado de Tracy (1997).

Para os cultivares de genótipos de carácter adocicado, reporta-se que o intervalo de dias após a polinização ideal para colheita é estimado entre 18 e 25 dias. É imprescindível que a colheita se estabeleça de maneira ágil, reduzindo ao máximo o tempo entre a colheita e o consumo do produto, uma vez que se trata de um produto altamente perecível (SAWAZAKI; POMMER; ISHIMURA, 1979), sendo recomendável que a percentagem de umidade do grão gire em torno de 70% a 76% (SZYMANEK, 2009). O período de colheita pode se estender entre cinco a oito dias (BOTTINI; TSUNECHIRO; COSTA, 1995). O número de dias de vida de prateleira do milho superdoce *in natura* é de aproximadamente dez dias sob armazenamento em condições ideais de refrigeração (GERARDO; MURPHY, 2018) sob temperatura entre 0 e 3,3°C (UMASS EXTENSION, 2018). Por possuir uma quantidade maior de açúcares que amido, e esta quantidade de açúcar poder ser transformada rapidamente em amido na pós-colheita, caso não haja cozimento da espiga, o armazenamento por períodos longos do milho superdoce *in natura* pode ser problemático (SEVEW GROUP, 2017). O Quadro 1.3 apresenta os valores da composição centesimal de um cultivar nacional de milho superdoce.

Quadro 1.3 - Composição centesimal do cultivar de milho superdoce, variedade BR 400.

Milho superdoce (BR 400)	
Sólidos solúveis (Brix)	20,8°
Cinzas (%)	0,8
Proteínas (%)	11,6
Lipídeos (%)	3,7
Amido (%)	20,2
Açúcares reduzidos (%)	2,1
Açúcares totais (%)	5,2

Fonte: Adaptado de Pereira (1987).

As proporções de amido, polissacarídeos solúveis em água, açúcares redutores e sacarose estão intimamente relacionadas com o estágio de maturação da planta (CANIATO et al., 2004). Estes são reservas de carboidratos que são essenciais para sobrevivência e para a produção de novo tecido vegetal durante os períodos onde o uso de carboidrato excede o suprimento da fotossíntese (TURGEON, 2008). Os processos de respiração permanecem ativos na espiga de milho no pós-colheita, que propiciam redução significativa de qualidade caso não se adotem medidas de controle de temperatura durante a estocagem do milho (TALBOT; SARGENT; BRECHT, 1991). Assim, preferencialmente, deve-se manusear o milho na pós-colheita em um ambiente refrigerado. É importante também que as espigas sejam selecionadas de acordo com o tamanho e formato adequado para o consumidor, segregando espigas que apresentem danos externos ocasionados por brocas, machucaduras e podridões (EMBRAPA, 2002).

No estado leitoso, o grão de milho verde possui cerca de 70 a 80% de umidade, sendo este ponto de colheita variável em função das condições climáticas resultantes de diferentes épocas de semeadura ou da região onde a lavoura foi instalada, com plantios de Verão apresentando ponto de colheita em um menor número de dias quando comparado com plantios em épocas frias (EMBRAPA, 2002; SILVA; PATERNIANI, 1986). O milho verde do tipo doce demanda exigências semelhantes na etapa de colheita, idealmente sendo colhido com as espigas em 70 a 75% de umidade. A colheita do mesmo nas primeiras horas da manhã dispensa a utilização de câmaras frias para a conservação do alimento, o que acarreta em uma desejada economia de energia (EMBRAPA, 2002).

O mercado de milho superdoce pode ser classificado conforme a destinação de consumo. Aquele que é consumido a espiga é conhecido por *in natura* (“*Fresh Market*”). O produto destinado ao consumo *in natura* necessita de campos de produção de híbridos com um alto número de espigas por hectare. As espigas devem ser de até 20 centímetros de comprimento, carregada de grãos até as extremidades e com pelo menos 16 fileiras retilíneas de grãos por espiga. Cada espiga deve ser de fácil remoção da planta, uma vez que a colheita pode ser manual ou mecanizada (TRACY, 1997). As variedades adocicadas não são a matéria prima adequada para viabilizar a fabricação de pratos que necessitem amido (como a pamonha e o curau), sendo recomendável que a industrialização do milho verde do tipo doce seja somente destinada para minimilhos e conservas, ou como produtos congelados ou desidratados (USP/ESALQ, 2015).

Dados mais recentes acerca da produção nacional de milho superdoce relatam que o Brasil cultiva aproximadamente 36 mil hectares deste, sendo 90% dessa área concentrada no estado de Goiás. Essa produção é destinada majoritariamente para o consumo industrializado deste produto hortícola, tal como relatado no trabalho de BARBIERI *et al.* (2005). A adaptabilidade do milho superdoce pode ser alcançada em várias localidades brasileiras, sendo necessário o teste e avaliação da viabilidade de uso de cada tipo a depender da região. Como exemplo do aspecto de uma planta dessa categoria de variedade, na Figura 1.1, é possível visualizar um exemplar do cultivar superdoce da variedade *Thunder Attribute* em pleno desenvolvimento vegetativo na região dos Campos Gerais paranaense.

Figura 1.1 – Lavoura de milho superdoce em estado vegetativo, ano de 2019, na região do Capão da Onça, Ponta Grossa - PR.



Fonte: O autor.

A Figura 1.2 apresenta o fluxograma que representa todas as etapas da distribuição do milho superdoce *in natura* do campo até o varejo nos Estados Unidos da América, sendo estes procedimentos já comumente difundidos e aplicados atualmente nesse país, assegurando um bom patamar de qualidade para o público consumidor de *sweet corn* nesse país. Este é possivelmente um modelo ideal, a ser difundido e adaptado no Brasil, para o estabelecimento de padrões de qualidade na distribuição do milho superdoce.

Figura 1.2 –Fluxograma simplificado da rede de distribuição americana para milho verde superdoce.



Fonte: Adaptado de Hinkle (2018).

Para variedades de milho do tipo doce é reportado que a data da colheita se apresenta como o fator de maior importância para a manutenção dos índices de sacarose (carboidrato responsável pelo perceptivo aspecto sensorial da doçura). Datas tardias de colheita significaram concentrações de açúcares e de umidade reduzidas, mas com o acréscimo dos níveis de amido (SZYMANEK; TANÁŠ; KASSAR, 2015).

1.2.1 Processamento mínimo do milho verde superdoce (*Zea mays* L. var. *saccharata*)

Os processos de respiração, com a absorção de O₂ e emissão de CO₂, cujas estruturas vegetais desempenham após a colheita, são os principais fatores a serem considerados na conservação. No Quadro 1.4 são exibidos os valores encontrados na bibliografia para a taxa de respiração do milho verde do tipo doce.

Tecidos vegetais em período de senescência produzem grandes quantidades de etileno (TURGEON, 2008). A produção de etileno acontece naturalmente nos alimentos vegetais e apresenta taxa positiva de crescimento com a continuidade da respiração. O etileno ocasiona o amadurecimento dos frutos, o que os torna de característica amolecida e promove a oxidação geral de seus componentes (CHAKRAVERTY et al., 2003). O controle desses fatores da senescência de frutas e hortaliças ocupa elevada prioridade, com esforços da pesquisa acadêmica global voltados para este fim.

Quadro 1.4 – Taxa Respiratória de milho doce.

Taxa respiratória (CO₂ mg.kg⁻¹.h⁻¹) de milho doce conforme variação de temperatura					
0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C
30 até 51	43 até 83	90 até 120	142 até 175	210 até 311	282 até 435

Fonte: Brecht, 2016 apud Robinson; Browne; Burton, 1975; Scholz; Johnson; Buford, 1963; Tewfik; Scott, 1954.

A porcentagem de perdas estimadas na pós-colheita de hortaliças nacionais está em torno de 35% (VILELA et al., 2003). O manuseio adequado e resfriamento rápido dos produtos são de grande importância na pós-colheita de perecíveis, antes que estes sejam processados, armazenados ou transportados a longas distâncias.

A eficiência do resfriamento do calor de campo é dependente do tempo, contato e temperatura aplicados no processo (SARGENT, 1999). Sobretudo, aponta-se que o pré-esfriamento reduz a atividade microbiana, atividade metabólica, taxas de respiração e produção de etileno. Além disso, o tratamento de redução térmica em produtos hortícolas possui a vantagem de reduzir a produção e a sensibilidade ao etileno, fitormônio acelerador da maturação e senescência (BALADHIYA; DOSHI, 2016).

Recomenda-se temperaturas em torno de 0 °C para a adequada conservação do milho verde superdoce fresco por 8 a 12 dias (BOYETTE; WILSON; ESTES, 1990). A medida que se eleva a temperatura de armazenamento, diminui-se a vida útil do produto, sendo que espigas armazenadas entre 5 a 10 °C tem conservação diminuída para 2 dias de vida de prateleira. A temperatura de armazenamento também afeta a velocidade de degradação da sacarose. O milho superdoce perde aproximadamente 20% do teor inicial de sacarose quando armazenado a 0 °C por um período de quatro dias. A velocidade de degradação segue relação crescente e positiva com o acréscimo de temperatura, uma vez que espigas de milho superdoce armazenadas a 10 e 20 °C tem redução de 60 e 80% da sacarose, respectivamente (EMBRAPA, 2002).

A demanda pelo milho verde *in natura* descascado e embalado vem crescendo a cada dia, pois o acondicionamento do produto desta maneira permite sua comercialização em balcões refrigerados do varejo. É importante destacar que o aspecto de condições ideais de pós-colheita para a comercialização de produtos com alta qualidade ainda tem sido pouco observado. A comercialização do milho verde brasileiro se realiza de várias formas, podendo ser a granel, na própria lavoura, ou industrializado recebendo cozimento a vapor e embalado a vácuo em material plástico esterilizado. Nos supermercados é comum encontrar o milho verde em bandejas com quatro a cinco espigas semidespalhadas, envoltas por filme de policloreto de vinila (PVC) transparente, para conservação em balcões frigoríficos à temperatura de 10 °C (EMBRAPA, 2002).

A apresentação deste alimento fresco e embalado para maior comodidade do consumo, em conjunto com os processamentos já enunciados, caracteriza o produto como pertencente a categoria de minimamente processado (MP). Os produtos MP surgem como uma resposta a uma nova tendência de consumo do mercado, que busca produtos frescos e de fácil consumo, sendo portanto, muito bem recebido pelo mercado na última década (SANTOS; OLIVEIRA, 2012). O processamento mínimo de

milho verde proporciona acréscimo de valor agregado ao produto original (FONSECA et al., 2015).

A extensão do período de vida de prateleira de um produto vegetal pode ser obtida pela redução da deterioração ou pela preservação de tecidos por inativação de processos fisiológicos através de técnicas de processamento térmico, congelamento e desidratação (BALADHIYA; DOSHI, 2016). A utilização de atmosfera controlada exerce influência desejável na conservação pós-colheita de milho verde reduzindo a perda de massa das espigas de milho, além de menores valores de acidez titulável, o que indica menor atividade respiratória (MAMEDE et al., 2015), o que consequentemente prolonga a estocagem de um hortifrúti em condições adequadas de consumo, reduzindo perdas.

1.3 MINIMILHO

Minimilho é o nome dado à inflorescência feminina antes da polinização ou ao sabugo jovem de uma planta de milho (*Zea mays* L.). Essa é uma atividade agrícola muito promissora para o mercado, com a vantagem de que o Brasil pode abastecer a indústria de conservas alimentícias com um produto fresco, sem adição de conservantes, com características sensoriais originais e sem nenhum risco para a saúde. O minimilho tem sido uma opção que apareceu nos supermercados, além de ser um item interessante para exportação, uma vez que o Japão e os Estados Unidos da América são um dos maiores importadores desse alimento. Portanto, o minimilho é uma oportunidade tanto para o mercado interno quanto para o externo (PEREIRA; CRUZ, 2002).

A oportunidade de se associar o cultivo de minimilho verde (conhecido internacionalmente como *baby corn*) com a produção de grãos ou milho verde é uma possibilidade de diversificação da produção (QUEIROZ; PEREIRA, 2010) que, aliada com o incremento de valor agregado ao produto, é de grande valia para o crescimento das indústrias de processamento de alimentos. Sendo um cultivo de curta duração, este pode ser proveitosamente incluído em sistemas de produção múltiplos associados (RANI et al., 2017), sendo isto uma vantagem ao produtor rural.

Atualmente, a Tailândia e a China figuram como os maiores produtores globais de minimilho (RANI et al., 2017). O cultivo desse tipo de produto é ainda carente de fontes acadêmicas e de bibliografia nacional mais detalhada, uma vez que é uma

opção de investimento razoavelmente nova ao agricultor (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2009).

O minimilho tem como característica ser um produto onde 90% de seu conteúdo são constituídos de água (PEREIRA; CRUZ, 2002). O valor nutritivo do minimilho é semelhante ao de vegetais classificados como hortaliças, com destaque aos valores de fósforo e proteínas (EMBRAPA, 2008). O Quadro 1.5 indica as proporções de nutrientes encontrados no minimilho.

Quadro 1.5: Proporção dos componentes no minimilho.

Componentes do minimilho	Quantidades
Proteína	15-18%
Carboidratos	0,016 - 0,020%
Fósforo	0,6-0,9%
Potássio	2-3%
Fibras	3-5%
Cálcio	0,3-0,5%

Fonte: RANI et al., 2017

Uma vez que essa hortaliça apresenta valor nutricional adequado e um baixo valor calórico, o trabalho de Rani *et al.* (2017) indica que a popularização desse alimento é de grande proveito, principalmente nas áreas rurais, sendo necessário o desenvolvimento de estabelecimentos de locais adequados para o armazenamento e venda do vegetal. O minimilho pode ser consumido como conservas, tanto pela indústria quanto pela agroindústria familiar, assim como ser vendido *in natura* sob armazenamento refrigerado em supermercados, visando a sua utilização em pratos frios, sopas, cozidos e para sucos (PEREIRA; CRUZ, 2002).

Tal como a maioria dos produtos hortifrúti, o minimilho apresenta taxas consideráveis de perecibilidade (RAI; SINGH, 2012) e também necessita de acondicionamento apropriado durante a fase de pós-colheita para a devida conservação do produto (SINGH; KUMAR; KAUR, 2014). A utilização de embalagens ativas confere características adicionais àquelas das embalagens, geralmente restritas a proteção física usual, etiquetagem de informações e para facilitar o manuseio do produto (SINGH; KUMAR; KAUR, 2014). Embalagens ativas baseadas em biomateriais podem atuar como barreira do vapor d'água ou gases, provendo proteção mecânica e permitindo a incorporação de compostos ativos funcionais que

permitam a extensão da vida útil do produto, representando um recurso valioso na pós-colheita de vegetais (JAIN et al., 2017).

1.3.1 Processamento mínimo do minimilho

O minimilho deve ser colhido em média com 60 dias após a emergência das plantas, dependendo das condições climáticas e perfil do ciclo da variedade de milho utilizada. O ponto ideal da colheita é aproximadamente com dois ou três dias após a emissão dos cabelos da espiga, devendo anteceder a fertilização das espigas ainda jovens. A operação de colheita deve ser realizada de modo extremamente cuidadoso, uma vez que as espigas nessa etapa de desenvolvimento são extremamente delicadas e suscetíveis a danos mecânicos. Findada a colheita, as espigas empalhadas devem ser armazenadas em local fresco com o intuito de evitar a desidratação das hortaliças. A perda de 2% de umidade já é suficiente para iniciar o processo de deterioração do minimilho. O padrão comercial exige que o minimilho limpo apresente as dimensões de 4 a 10 cm de comprimento e 1 a 1,8 cm de diâmetro (EMBRAPA, 2008).

O tempo de vida útil do minimilho, em câmara fria, é de aproximadamente 8 dias com temperaturas entre 7 a 10 °C e umidade relativa em torno de 90% (EMBRAPA, 2008). Assim, as etapas de processamento mínimo são de grande importância para a manutenção do valor comercial do minimilho, uma vez que a integridade e a aparência do minimilho são de suma importância para o consumidor. A exposição das características de coloração, formato, tamanho e diâmetro do minimilho traz a necessidade de acondicionamento em embalagens transparentes, que permitem a visualização do produto (PEREIRA; CRUZ, 2002).

1.4 MORANGA (*Cucurbita maxima* DUCHESNE)

Sendo uma das espécies contidas no agrupamento de gênero *Cucurbita*, a moranga pertence à família Cucurbitaceae, a mesma família que inclui abóbora, melancia, melão, chuchu e pepino. As variedades atuais de moranga foram desenvolvidas a partir de plantas cultivadas há mais de 10.000 anos nas Américas, onde o cultivo deste fruto era originalmente voltado para o consumo das sementes como alimento, uma vez que os frutos originais eram muito desprovidos de polpa

(LANA; TAVARES, 2019). As evidências apontam que a espécie da moranga foi domesticada na América do Sul, sendo um dos principais cultivos dos guaranis no nordeste da Argentina e do Paraguai. Registros herbários apontam que algumas variantes e raças específicas da moranga podem ser cultivadas em um amplo intervalo de altitude, compreendendo desde 100 metros de altitude (alguns locais do Brasil) até mesmo 3.000 metros (Bolívia) (FERREIRA, 2008 apud LIRA-SAADE, 1995).

Espécies pertencentes gênero *Cucurbita* são agronomicamente exploradas praticamente ao redor de todo o mundo (BALKAYA; KANDEMIR, 2015). Morangas (*Cucurbita maxima* Duchesne) são amplamente cultivadas em todo Brasil e têm relevante importância em todas as regiões. Esse gênero é composto por mais de 24 espécies, sendo 5 dessas domesticadas. Morangas são facilmente distinguíveis das demais integrantes da família Cucurbitaceae por conta de seu formato característico e cor predominantemente alaranjada, podendo apresentar diversos tons que podem variar do acinzentado até o verde (Figura 1.3). É comum a utilização do fruto dessa planta na alimentação humana devido a sua elevada produtividade, facilidade de armazenamento e de fácil colocação no mercado, devido a sua popularidade. O fruto-hortaliça constitui parte da dieta básica de populações de várias regiões brasileiras (FERREIRA et al., 2014).

A moranga caracteriza-se pelo fruto achatado e redondo, com gomos bem salientes. Seu pedúnculo é liso, sem sulcos, corticoso e grosso. Idealmente, o fruto desenvolvido e maduro possuirá um sabor adocicado, sendo preferencialmente indicável que o fruto tenha uma casca dura, sem brilho e sem danos, além de pedúnculo intacto. Uma abóbora íntegra e em boas condições pode ser consumível em até três meses sob condição ambiente em local fresco, escuro e seco (LANA; TAVARES, 2019). A bibliografia aponta que as morangas possuem uma taxa de emissão de etileno extremamente baixa, sendo aproximadamente de $<0,05 \mu L kg^{-1} h^{-1}$. Sob a temperatura de 10°C , se é registrada a emissão de $99 mg.kg^{-1}.h^{-1}$ de gás carbônico durante a respiração do fruto (BRECHT, 2016).

Figura 1.3 – Foto de uma moranga produzida na FESCON.



Fonte: Autor.

O vegetal fresco apresenta cerca de 89,50 % de matéria úmida. Dentre o restante de matéria seca, verifica-se a ocorrência de 6,12 % de extratos etéreos de albuminóides, 77,33% de carboidratos solúveis, 8,55% de fibra insolúvel e 7% de cinzas. Reporta-se também a ocorrência de algumas propriedades farmacológicas, como ação anticancerígena, ação antioxidante, atividade antidiabética, entre outras propriedades catalogadas na literatura (DUBEY, 2012). A moranga madura é rica em vitamina A, bem como apresenta quantidades razoáveis de vitamina C, potássio, fibras e manganês, com alta digestibilidade e baixas calorias (LANA; TAVARES, 2019).

1.4.1 Processamento mínimo da moranga (*Cucurbita maxima* Duchesne)

A primeira etapa para a obtenção de um minimamente processado de qualidade é a colheita da moranga em seu ponto ideal. A bibliografia recomenda que a colheita seja executada no ponto ideal de maturação do fruto, que pode ser verificado quando as gavinhas das ramas secam, os pedúnculos dos frutos começam a secar e tornam-se corticosos (AMARO et al., 2014). Tal como para a maioria das hortaliças, o protocolo recomendável de pós-colheita consiste na colheita do vegetal preferencialmente nos horários mais frescos do dia, colocando-o em local sombreado e aplicando posteriormente técnicas de resfriamento (MATTOS; MORETTI, 2011) para a remoção do calor de campo.

A etapa do corte é um dos diferenciais no processamento mínimo da moranga, sendo comumente empregado o corte em cubos, meia-lua ou retalhos, de modo que possibilite o acondicionamento do produto minimamente processado em bandeja ou sistema isolado a vácuo, podendo se optar em remover ou deixar a casca do vegetal. É importante que ocorra a etapa da lavagem com água destilada logo em seguida ao corte da abóbora, pois este acarreta extravasamento do suco intracelular do vegetal. Logo após, é recomendado a sanitização do vegetal cortado por meio de imersão em solução clorídrica.

Findada essa etapa, é essencial que haja a drenagem de líquidos do vegetal, pois o excesso de umidade pode propiciar o crescimento de microrganismos na embalagem do minimamente processado (SASAKI, 2005). A literatura aponta que abóboras minimamente processadas costumam conservar suas características de qualidade até idealmente o nono dia de armazenamento (RUSSO et al., 2012).

1.5 AMIDO TERMOPLÁSTICO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é a quinta maior cultura no mundo, com produção mundial estimada em 268 milhões em 2014. O Brasil figura como um dos maiores produtores mundiais de mandioca, figurando na quarta posição do ranking de produtores, com a mandioca colhida estimada em 21.484.218 de toneladas. (OISHIMAYA, 2017). O estado do Paraná é um dos maiores produtores de mandioca no país. A previsão de produção para o ano de 2019 é de aproximadamente 3,4 milhões de toneladas até o final do segundo semestre (CEPEA, 2019).

A elevada produtividade de mandioca estadual e nacional evoca a possibilidade de se propor uma utilização fora do âmbito da alimentação humana, como por exemplo, como matéria prima na obtenção de materiais poliméricos biodegradáveis como substituinte aos polímeros de origem petrolífera. As raízes da mandioca são de grande interesse agrônômico (SILVA, 2014) e através do seu processamento é possível obter o amido de mandioca, que é um dos vários produtos industrializados derivados do vegetal (ISAE/FGV, 2003).

O amido é um polissacarídeo formado pela ligação de várias unidades de D-glicose. É constituído por duas moléculas de polissacarídeos distintas, que são a amilose (com cadeia essencialmente linear) e a amilopectina (com cadeia ramificada) (BRUICE, 2006; FRANCISCO JUNIOR, 2008; LEAL; MOITA NETO, 2013; RUDNIK,

2008). Naturalmente os grânulos de amido possuem estrutura semicristalina, (SOUZA; ANDRADE, 2000) sendo que a cristalinidade do amido pode ser classificada como sendo do tipo A, B ou C de acordo com o padrão de difração de raios-X obtido das estruturas cristalinas. A cristalinidade desse tipo de amido quando submetido a alterações que o tornam filmogênico é associado com estrutura cristalina do tipo B-V, algo pertinente para esse tipo de vegetal (BERGO; SOBRAL; PRISON, 2010; MALI et al., 2002; ROJAS; GOYANES; FAMA, 2005).

Para ser utilizado como biopolímero, o amido necessita passar por processos tecnológicos com aplicação de temperatura e cisalhamento, culminando com a destruição da sua estrutura granular e estabelecimento de uma matriz polimérica homogênea e amórfica. Esse material é chamado amido termoplástico (ATP) (SOUZA; ANDRADE, 2000). Amido termoplástico pode ser obtido de agro-polímeros originários da biomassa resultante do *output* da produção agrícola (AVÉROUS, 2004), como a mandioca, sendo esta de caráter natural e renovável (ZULLO; IANNACE, 2009).

Dentre os processos aplicados na produção de ATP, a extrusão e o *casting* são os mais utilizados para a obtenção de materiais de embalagem para alimentos. A aplicação de extrusão remonta a indústria de polímeros (plásticos), com a utilização de maquinário extrusor em processamento H.T.S.T., *high temperature short time* – traduzindo: “temperatura alta tempo curto” (HARPER, 1981). O extrusor trabalha como um processador de reação em fluxo contínuo, em altas temperaturas e pressões, combinando com a força de cisalhamento em umidade reduzida (CHEN et al., 1991).

Os grânulos de amido passam, durante a extrusão, por um processo complexo de mudança física, compreendendo principalmente a fusão do grânulo (CAMIRE; CAMIRE; KRUMAR, 1990; EMBRAPA TRIGO, 2006), sendo o processo de extrusão uma metodologia de alta eficácia para a obtenção desse perfil estrutural, uma vez que associa tratamento térmico (altas temperaturas) ao mecânico (cisalhamento) (LIU et al., 2009). A adição de material plastificante, como o glicerol, é fundamental para a manufatura do amido termoplástico (RODRIGUEZ-GONZALEZ; RAMSAY; FAVIS, 2004). O processamento por extrusão origina os *péletes* extrusados. Santos et al. (2004) ressaltam as interessantes propriedades exibidas por *péletes*. Dentre estas, elenca-se como de interesse para esse trabalho a possibilidade de incorporação de grande quantidade de substâncias ativas.

Os filmes de amido são capazes de formar soluções filmogênicas de modo a proporcionar revestimentos com certa qualidade mecânica, a fim de servirem para diversas finalidades e objetivos. Estes materiais tem característica hidrofílica, apresentando grande solubilidade em meio aquoso (ASSIS; BRITTO, 2014). As soluções filmogênicas provenientes de polissacarídeos (tal como do amido de mandioca) estão entre as mais utilizadas na pós-colheita de alimentos (LUVIELMO; LAMAS, 2012). Extensa bibliografia listada de Luvielmo e Lamas (2012) e Assis e Britto (2014) enumeram diversos casos de sucesso da aplicação do uso de substâncias dessa categoria em hortifrúti, dentre estes exemplos podem ser citados a uva (FAKHOURI et al., 2007), morango (GARCIA et al., 2012), goiaba (SOARES et al., 2011) e pêra (BOTREL et al., 2010).

Entretando, não se reporta a utilização de filmes de amido de mandioca em camadas aderentes em bandejas de poliestireno no processo de embalagem de hortifrúti fresco, uma vez que se restringe o uso atual destes em experimentos que envolvam revestimentos. Cabe ressaltar o vislumbre de poder se atingir tal feito que combine o método convencional da armazenagem de alimentos minimamente processados em conjunto com a adoção de tecnologias ecologicamente sustentáveis que exerçam efeito positivo e significativo no tempo de vida útil dos alimentos.

1.6 ARGILAS ZEÓLITAS

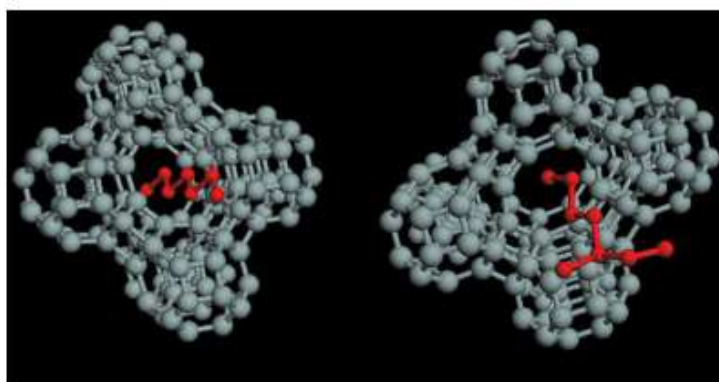
A natureza da capacidade de adsorção da classe argilomineral das zeólitas só foi plenamente compreendida por volta do ano de 1926, apesar da descoberta do primeiro composto zeólito datar do ano de 1756. A natureza microporosa de compostos zeólitos permite adsorção seletiva de moléculas e íons de proporções inferiores à apresentada pela abertura dos poros (aproximadamente menor que 2 nm de diâmetro) (BRAGA; MORGON, 2007; SILVESTRE; VIEIRA; BARRETO, 2012). As zeólitas são de grande abundância na natureza (OLIVEIRA, 2011b), facilitando muito o seu uso para aplicações práticas.

Devido às atribuições peculiares das zeólitas, estas são classificadas como “peneiras moleculares”, termo cunhado originalmente pelo pesquisador McBain, segundo Müller (2013) em virtude de sua estrutura possibilitar a adsorção das moléculas do gás etileno, sendo um material capaz de funcionar em associação com

outras tecnologias de barreira existentes (SOUSA, 2016). A efetividade antimicrobiana das zeólitas é também alvo de diversas pesquisas (LLORENS et al., 2012).

O princípio de funcionamento de seleção molecular por meio dos poros das zeólitas é explicado na Figura 1.4, onde a zeólita é representada pela molécula de cor branca. Duas diferentes estruturas moleculares são representadas na cor vermelha, onde a estrutura linear da molécula tem acesso aos poros da zeólita (Figura 1.4 – esquerda), e outra estrutura, ramificada, passa a não conseguir acessar os poros da zeólita (Figura 1.4 – direita).

Figura 1.4 – Representação em cores da seleção de moléculas (vermelho) por poros de zeólita (branco).



Fonte: Adaptado de MÜLLER; BORGES; MACEDO, [s.d.].

No que tange das aplicações compreendidas dentro da ciência e tecnologia de alimentos, aplicações da argila zeólita já são recordadas e observadas, no embalamento de produtos alimentícios uma de suas várias utilidades (EROGLU; EMEKCI; ATHANASSIOU, 2017), sendo já reportado o uso do mineral associado a embalagens convencionais de polietileno ((AKTAŞ) DIRIM; ESIN; BAYINDIRLI, 2003). O efeito do uso da nanoargila no embalamento de alimentos vegetais como o milho e a cebola foi observado como sendo um fator positivo para o aceleração da evaporação de água (DJAENI; KURNIASARI; SASONGKO, 2015).

Argilas da categoria das zeólitas apresentam também superioridade na capacidade de absorção de etileno quando comparadas com outros tipos de argila, como a montmorilonita, sendo justificado que tal ocorrência se faz presente por conta da estrutura porosa e da presença do cobre como um cátion de compensação que aperfeiçoa propriedades de adsorção pertinentes aos aluminosilicatos, atuando como um sítio de adsorção (COLOMA et al., 2014). A quantidade de zinco e cobre e

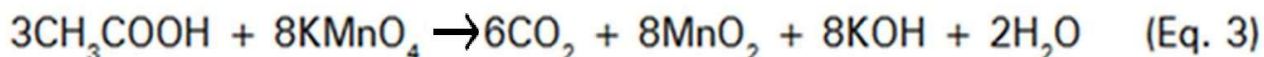
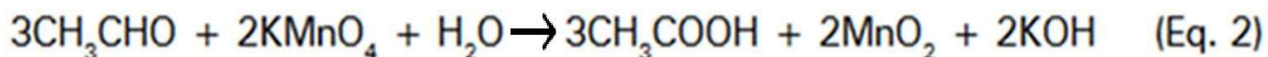
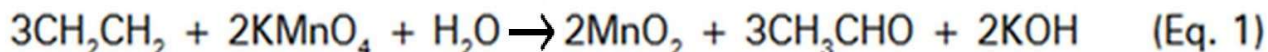
a possibilidade de se ter essa nanoargila enriquecida com esses elementos aparenta favorecer conforme os ensaios científicos a remoção do etileno produzido em tomates (DE BRUIJN et al., 2019).

1.7 ABSORÇÃO DE ETILENO POR VIA OXIDATIVA COM PERMANGANATO DE POTÁSSIO

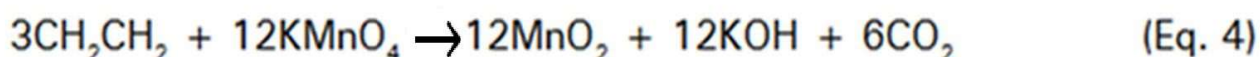
O etileno é o único hormônio gasoso conhecido, sendo considerado quimicamente como um hidrocarboneto (C_2H_4) e tendo atividade constatada em baixíssimas concentrações de até 0,1 ppm. É geralmente considerado como o fitohormônio do amadurecimento, pois este se liga a receptores na membrana celular, levando à síntese de enzimas responsáveis por alterações metabólicas (KOBELITZ, 2017).

O princípio da remoção de etileno com uso de absorvedores contendo permanganato de potássio ($KMnO_4$) tem seu alicerce fundamentado na reação química do etileno C_2H_4 com permanganato, por conta de seu caráter oxidativo. O uso dessa substância se dá, geralmente, por meio de sachês, invólucros que impedem o contato direto da substância reativa com o produto, onde dentro destes, a molécula química é impregnada em material base poroso e inerte quimicamente (CHAVES et al., 2007). O permanganato de potássio apresenta efetividade na oxidação do etileno por conta de sua seletividade para ligações duplas, tal como apresentada pela molécula do etileno (SINGH; LEE, 2001). A Figura 1.5 mostra toda a cadeia de reações químicas ocorrentes durante o processo de oxidação do etileno, bem com os seus produtos finais.

Figura 1.5 – Reações químicas da oxidação de etileno. Imagem adaptada de Sá et al. (2008) e Sorbentsystems (2006).



Com a combinação das equações 1 a 3 temos a equação 4:



Legenda: CH_2CH_2 – etileno; KMnO_4 – permanganato de potássio; MnO_2 – Óxido de manganês; KOH – Hidróxido de potássio; CO_2 – Gás carbônico; CH_3CHO – acetaldeído; CH_3COOH – ácido acético.

Os perfis extrusados (*péletes*) de amido apresentam-se como uma base para a incorporação de substâncias ativas, como o permanganato de potássio e as supracitadas zeólitas, apresentando propriedades interessantes como o custo reduzido, ser atóxico, renovável e possibilitar o ajuste de sua granulometria e textura dependentes dos parâmetros de extrusão aplicados. O permanganato de potássio oxida o etileno e altera a cor do roxo para o marrom, sendo a indicação de cor uma forma de se estimar a capacidade da substância de oxidar etileno.

Por conta de sua toxidez, o permanganato de potássio não pode ser utilizado diretamente em contato com o alimento (PRASAD; KOCHHAR, 2014). No que diz respeito às frutas, a utilização do permanganato de potássio revela-se extremamente bem sucedida e recomendada de acordo com o referencial teórico, agindo simultaneamente como um absorvedor de umidade e de etileno (SUJAYASREE; FASLUDEEN, 2017), sendo portanto, um produto interessante a ser utilizado no manuseio de vegetais na pós-colheita.

1.8 APLICAÇÕES DE EMBALAGENS ATIVAS ABSORVEDORAS DE ETILENO

É reportada na bibliografia a capacidade de absorção do etileno da atmosfera pelo permanganato de potássio, emitindo dióxido de carbono e água após oxidar o gás etileno (CHAKRAVERTY et al., 2003). A utilização de absorvedores de etileno em cinco cultivares distintos de tomate pode demonstrar que a utilização do permanganato propiciou um percentual de perdas inferiores de ácido ascórbico e capacidade antioxidante quando comparado aos tomates que não passaram por nenhum tipo de tratamento semelhante (KÖSTEKLI et al., 2016). Para o mamão Papaya do cultivar Sunrise, a bibliografia conclui que o permanganato de potássio pode influenciar no atraso de maturação do fruto, e que a dose de 0,5 de permanganato de potássio é suficiente para a preservação do mamão por 25 dias (SILVA et al., 2009a).

A utilização de papelão enrugado em que foi aplicado o tratamento de carbono ativado com permanganato com permanganato de potássio apresenta superioridade na oxidação do etileno presente na atmosfera de estocagem quando comparado ao tratamento de papelão enrugado sem permanganato de potássio (APRILLIANI; WARSIKI; ISKANDAR, 2018). Em experimentos envolvendo armazenagem de abacate e a aplicação de permanganato de potássio em membranas, a quantidade total de etileno emitida pelos abacates foi extinta em 21 horas e uma concentração de quase zero de etileno foi observada por quase cinco dias de armazenagem (TIRGAR; HAN; STECKL, 2018).

Frutos não climatéricos e vegetais possuem comportamento respiratório semelhante, aonde o acréscimo da concentração de etileno exógeno incrementa as taxas de respiração e senescência. Contudo, ambas as taxas declinam caso o etileno seja removido, objetivo que pode ser alcançado, por exemplo, pela utilização de embalagens ativas. Os invólucros de armazenamento que possuem compostos adicionados os quais absorvem determinados gases presentes no produto embalado estão contempladas no rol de embalagens consideradas como ativas (CHAKRAVERTY et al., 2003).

O mecanismo de ação de absorvedores de etileno consiste principalmente na oxidação do etileno com permanganato de potássio, sendo o produto desta reação o gás carbônico e a água. Os absorvedores de etileno são úteis para preservar frutas e verduras que apresentem sensibilidade ao etileno (PRASAD; KOCHHAR, 2014). A

utilização do permanganato de potássio encontrou sucesso em sua utilização em embalagens de hortifrúti. A armazenagem do fruto do abacate durante sua armazenagem em atmosfera controlada e *Low Pressure* (BURG, 2004), sofre a redução de concentrações de etileno por meio da aplicação de *péletes* de alumina contendo permanganato de potássio.

A aplicação de KMnO_4 foi efetuada com o objetivo de se estabelecer uma câmara em condição de atmosfera controlada no experimento (SPALDING; REEDER, 1972). Relatos bibliográficos do uso de permanganato de potássio incluem a bem sucedida aplicação na conservação de valor nutricional do tomate, onde a perda do ácido ascórbico e dos antioxidantes foi significativamente menor em tomates que foram conservados com o uso de sachês com materiais impregnados com absorventes de etileno (KÖSTEKLI et al., 2016).

A ação de absorvedores de etileno associados a argilas zeólitas apresentam bons resultados no prolongamento da vida útil ou vida de prateleira de abacates e bananas (SMITH et al., 2009). A absorção de etileno também pode proporcionar uma redução na incidência de podridões fúngicas em pêssegos (*Prunus persica* L. Batsch) do tipo *Chimarrita*, em ambiente controlado (BRACKMANN; STEFFENS; GIEHL, 2003). A supressão de etileno, com decréscimo de oxigênio e aumento de dióxido de carbono também pode controlar populações de microrganismos (CHAKRAVERTY et al., 2003). A absorção de etileno também apresenta eficiência no controle da senescência e perda de firmeza de maçãs do tipo 'Gala' (BRACKMANN et al., 2009). Além disso, para maçãs do tipo 'Royal Gala', a eliminação de etileno proporciona frutos com melhores propriedades físico-químicas e níveis baixos de ataques fúngicos, sendo que quanto mais baixa a concentração de etileno, maior a retenção da firmeza da polpa (BRACKMANN et al., 2000).

A utilização de sachês de permanganato de potássio, adicionados em embalagens plásticas contendo filmes de polietileno também permite redução significativa comprovada de níveis de etileno, tal como verificado em trabalho conduzido com maçãs 'Gala' sob ambiente refrigerado (BRACKMANN et al., 2006). Os sachês contendo permanganato de potássio, nas concentrações de 1 e 2 gramas, proporcionaram uma menor perda de massa em mangabas (*Hancornia speciosa* Gomes), enquanto os sachês com 6,5 gramas de argila vermiculita imbuída com 2 a 3 gramas de permanganato apresentaram frutos com maior teor de açúcar redutor. Adicionalmente, o trabalho de Nasser *et al.* (2015) mostrou que quanto maior a adição

de permanganato no sachê, maior serão as notas que o fruto recebe em suas avaliações visuais, sendo que 3 gramas de KMnO_4 em sachê obteve nota 5, equivalente a ótimo.

Tomates que passaram por tratamento com nanopartículas de sílica impregnadas com KMnO_4 , por vias úmidas e líquida, apresentaram amadurecimento retardado em experimento, com inibição aparente do desenvolvimento dos frutos. O resultado apontou para um contínuo desenvolvimento de absorvedores de etileno como uma desejável opção para o aumento da vida de prateleira e para se estabelecer novos métodos de controle do amadurecimento e frescor de frutas e hortaliças. Neste experimento utilizaram-se os *péletes* em plataforma de nanossílica sobre placas de Petri em embalagens de polipropileno fechadas (EMBRAPA, 2012).

Também em experimento conduzido em morangos, Oliveira (2011a) relatou sucesso na utilização de absorvedores de etileno contendo KMnO_4 na manutenção de valores de acidez titulável e aumento dos açúcares solúveis totais, quando este era promovido em ação sinérgica com absorvedores de oxigênio. O uso de permanganato de potássio na conservação de couve-flor do tipo 'Teresópolis gigante' também apresentou resultado positivo em ensaio aplicado na pós-colheita. Os resultados apontaram cores mais verdes em couves-flores em que se foram utilizados absorvedores de etileno. A presença de etileno ocasionou também um maior amolecimento em couves-flores avaliadas que foram expostas ao hormônio (BRACKMANN et al., 2005).

Carece de referências bibliográficas relatando a utilização de tecnologia de elaboração de *péletes* em conjunto com substâncias passíveis de ação como absorvedores de etileno, tanto em nível nacional como internacional, focado em milho verde superdoce. É importante salientar que a embalagem ativa para alimentos deve priorizar determinadas diretrizes, tais como: de que os materiais utilizados sejam atóxicos e efetivos e que o processo de embalagem seja realizado de acordo com as boas práticas de fabricação (PRASAD; KOCHHAR, 2014).

O milho superdoce possui tempo de vida útil característico de hortifrúteis perecíveis, o que coloca a aplicação de embalagens ativas como de grande utilidade no setor pós-colheita, promovendo a possibilidade da utilização deste processo no setor produtivo, aumentando lucros e diminuindo perdas no armazenamento desse vegetal, que possui boa parte de sua percentagem de desperdício na pós colheita classificada como "perda evitável", *avoidable waste* (WRAP, 2011).

1.9 ÓLEOS ESSENCIAS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Problemas relacionados à existência de contaminações de caráter microbiológicos são recorrentes em produtos alimentícios, os quais são reportados também em produtos *in natura* minimamente processados, tais como saladas de hortaliças, salada de frutas, melão e abacaxi fatiados e legumes para sopas, nos quais a contagem de coliformes e bactérias termotolerantes mostraram resultados acima dos padrões estabelecidos (SANTOS et al., 2019). Os óleos essenciais figuram como uma alternativa para armazenagem de produtos alimentícios, sendo esta metodologia aplicada no embalamento ativo de hortifrúti, com os óleos essenciais de fontes naturais aplicados como agentes ativos na conservação de alimentos (MONTES; SANTANA; CRUZ, 2013). A existência de propriedades inibitórias no óleo essencial de tomilho pode ser destacada quando este é associado em embalagens ativas (ARAUJO, 2005).

Dentre os óleos essenciais descritos na bibliografia, o óleo essencial proveniente do Tomilho (*Thymus vulgaris* L.) figura como um óleo com potencial de utilização na elaboração de embalagens com compostos naturais e biossustentáveis. O tomilho é uma erva perene com usos culinários, medicinais e ornamentais. É do gênero *Thymus*, pertencendo à mesma família botânica da menta (ELSHAFIE; CAMELE, 2016), que é a das Lamiaceae. A bibliografia reporta esse óleo como detentor de propriedade anti-listerial, antioxidante e de atividade inseticida (LIMA; CARDOSO, 2007), sendo que testes laboratoriais concluíram que o óleo essencial de tomilho possui atividade anti-fúngica de largo espectro (ŠEGVIĆ KLARIĆ et al., 2007). Em teste conduzido com o intuito de avaliar a ação de óleos essenciais em *Cercospora coffeicola*, o óleo de tomilho apresentou um desejado efeito tóxico no patógeno (PEREIRA et al., 2008).

Óleos essenciais de orégano e tomilho demonstraram efetividade contra a *Salmonella enterica*, com o óleo de tomilho figurando como um óleo de atividade antibacteriana de efetividade moderada (SANTURIO et al., 2007). A utilização de óleo de tomilho a 0,3% implicou na inibição da germinação de uredinósporos de *Phakopsora pachyrhizi*, sendo o sucesso constatado como inibição que chegou a 100% (MORAIS, 2009). A ocorrência de contaminação fúngica por parte de *Aspergillus flavus* em sementes de milho foi inibida completamente, com dose ótima variando de 3% a 8% de óleo essencial (MAIA; DONATO; FRAGA, 2015).

A utilização de tomilho revela-se como uma opção segura para a saúde humana e também para a preservação do meio ambiente mediante o levantamento informacional sobre as experiências de uso da planta como pesticida por Baker e Grant (2018). Este trabalho aponta que os problemas já experienciados por humanos incluíram apenas situações onde os aplicadores do produto comentaram sobre o cheiro forte e residual do óleo que tende a ficar no maquinário de aplicação, bem como situações de uso onde se teve a mistura do mesmo com outros ingredientes ativos. O uso de óleo de tomilho é também apontado como seguro para utilização na agricultura orgânica.

O potencial de aplicabilidade do óleo de tomilho na indústria tem se demonstrado uma alternativa interessante, uma vez que sua utilização em produtos lácteos e pães permite uma preservação dos alimentos sem degradar negativamente a percepção do produto (MAKSIMOV, 2017). Produtos cárneos também já sofreram ação positiva nos quesitos sensoriais, agindo como antioxidante, agente antimicrobiano e estendendo a vida útil do produto em 6 dias ou mais (SHALTOUT; THABET; KOURA, 2017), sendo que em produtos cárneos de origem aviária, se constatou que em carnes de frango marinadas com *blends* de óleo essencial de tomilho e de laranja, se obteve uma redução na susceptibilidade de oxidação lipídica de determinados cortes da carne (RIMINI; PETRACCI; SMITH, 2014).

Demais estudos microbiológicos apontam que em concentrações de 1% de óleo de tomilho, já ocorre a inibição da propagação bacteriana, enquanto que a inibição fúngica demanda 10% de produto, todas estas concentrações testadas sob difusão em ágar (ANŽLOVAR et al., 2014). Óleos essenciais como o de tomilho também foram de efeito benéfico na prevenção do decaimento de frutos de laranja do cultivar Valencia, sendo seu uso recomendável para tal finalidade durante o armazenamento na pós-colheita (BAKHTIARIZADE; SOURI, 2019). Estudos conduzidos com a técnica de cobertura de filmes comestíveis em morango demonstraram que o uso de cobertura de quitosana associada com óleo de tomilho proporcionou redução na perda de massa e atrasou as mudanças no conteúdo de antocianinas e no crescimento bacteriano das amostras (SHAROBA; IBRAHIM; ELMANSY, 2017).

CAPÍTULO II: Uso de embalagens ativas em minimilho minimamente processado

Resumo

Minimilho (*Zea mays* L.) são flores femininas do milho colhidas antes da polinização. Devido à predisposição natural de decomposição e perda de qualidade dos produtos de hortifruti durante o seu tempo de vida útil, a utilização de embalagens ativas contendo substâncias absorvedoras de gases e etileno pode ser uma medida contra os efeitos da senescência. Esse trabalho teve como objetivo produzir embalagens contendo uma camada de filme biodegradável a base de amido de mandioca, adicionadas de 10% (m/m) de argila zeólita e avaliar a sua influência no tempo de vida útil de amostras de minimilho. Foram testados atributos como perda de massa, acidez total titulável e umidade das amostras sob diferentes tratamentos aplicados nas bandejas de minimilho durante o armazenamento. O filme apresentou consistência adequada após a aplicação, sendo um aspecto positivo e que torna a ideia passível de ser aplicada. Os resultados apontaram para conjunta ausência de bolores e ataques fúngicos visíveis em ambos os tratamentos, além da superioridade do tratamento testado na qualidade visual da hortaliça após o 16º dia de armazenamento. As avaliações de acidez total titulável mostraram comportamentos similares entre os tratamentos aplicados. A perda de massa foi superior no tratamento que utilizou filmes com zeólita na embalagem. Os valores de umidade não diferiram estatisticamente entre as amostras. Bandejas com materiais biodegradáveis representam uma alternativa para o embalamento de minimilho.

Palavras-chave: Biomateriais; Minimilho; Zeólita; Amido; Vida de prateleira.

Abstract

Baby corn (*Zea mays* L.) are female corn flowers harvested before pollination. Due to the natural predisposition of decomposition and loss of quality of fruit and vegetable products during storage, the use of active packaging containing gas-absorbing substances and ethylene scavenger can be a measure against the effects of senescence. This work aimed to produce packages containing a layer of biodegradable film based on cassava starch, added with 10% (w/w) of zeolite clay along with the evaluation of its influence on the lifetime of baby corn samples. Attributes such as weight loss, total acidity and humidity were tested for the different treatments applied to baby corn trays during storage. The film showed adequate consistency after application, being a positive aspect and making the idea viable to be applied. The results demonstrated an absence of molds and fungal attacks visible in both treatments, in addition to the superiority of the tested treatment regarding the visual quality of the vegetable after the 16th day of storage. The titratable total acidity evaluations showed similar behavior between the applied treatments. The mass loss was higher in the treatment that used zeolite films in the packaging. The humidity values did not differ statistically between samples. Trays with biodegradable materials represent an alternative for baby corn packaging.

Keywords: Biomaterials; Baby corn; Zeolite; Starch; Shelf Life.

2.1 INTRODUÇÃO

A procura por alimentos que sejam saudáveis e de fácil acesso ao consumidor tem proporcionado uma maior circulação de hortaliças no comércio, que se demarca também por fatores como uma já detectada melhoria nos hábitos de consumo do brasileiro, o que influencia a aquisição de vegetais (SILVA; COELHO, 2014). Dentre os vegetais consumidos no Brasil, o minimilho também figura nas gôndolas de supermercado. Comumente encontrado em conserva, hoje este é comercializado como produto fresco minimamente processado.

As hortícolas apresentam altas taxas de perecibilidade, que não permitem armazenamentos por longos períodos de tempo e tornam-se ainda mais sensíveis quando sofrem processos de processamento mínimo (BHANDARI; KRASAEKOOPT, 2011). Tendo em vista esta condição, a possibilidade de propiciar uma extensão do período de armazenamento de hortaliças é uma tecnologia valiosa para a indústria de alimentos, garantindo a possibilidade de redução de perdas no armazenamento e propiciando potenciais benefícios a logística de distribuição de hortifrúti.

Nos dias atuais, a possibilidade de substituição das embalagens sintéticas não degradáveis por outras *eco-friendly* tem se mostrado uma possibilidade a qual devemos buscar, devido aos esforços globais visando a redução do consumo de embalagens derivadas do petróleo em prol de materiais biodegradáveis obtidos de matrizes renováveis (LANDIM et al., 2016). A pesquisa já atesta a possibilidade do uso de materiais biopoliméricos derivados do amido de mandioca (SUEIRO et al., 2016) com enfoque na confecção de embalagens de alimentos (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010).

Já se tem registros garantindo a viabilidade da utilização de filmes poliméricos e materiais copoliméricos na preservação de alimentos (UTTO et al., 2005). Entretanto, no que diz respeito ao uso de material filmogênico aderido à bandejas constituídas de poliestireno, com pleno contato com o produto, não encontra-se reportado na bibliografia atual. Considerando a possibilidade de se poder trabalhar com uma linha vertente inovadora de uso de materiais biopoliméricos, o presente trabalho optou por avaliar a viabilidade de uso de material filmogênico a base de amido de mandioca, e incorporado de argilas zeólitas, como embalagem primária ativa, visando a manutenção da qualidade do minimilho minimamente processado (MnMP).

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 Processamento mínimo da hortaliça

O Minimilho foi cultivado na Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON), pertencente à UEPG, sendo este proveniente da variedade de milho superdoce *Thunder Attribute*. A colheita ocorreu logo após a emergência visível dos estigmas da flor feminina do milho, priorizando as espiguetas de melhor qualidade (Figura 2.1), sendo na sequência armazenado sob refrigeração até ser levado para o local adequado para processamento mínimo. Os procedimentos realizados na pós-colheita seguiram a metodologia recomendada na bibliografia (EMBRAPA, 2008; LOPES, 2012; MEJÍA, 2003). Esses procedimentos estão descritos no fluxograma da Figura 2.2.

Figura 2.1 – À esquerda - Espiguetas de milho recebendo a polinização em sua flor feminina (popularmente conhecido como “cabelo” do milho). Caso a colheita da espiguetas ocorra antes do processo de polinização, tem-se o minimilho. À direita - Minimilho colhido, antes do início das etapas de processamento mínimo.

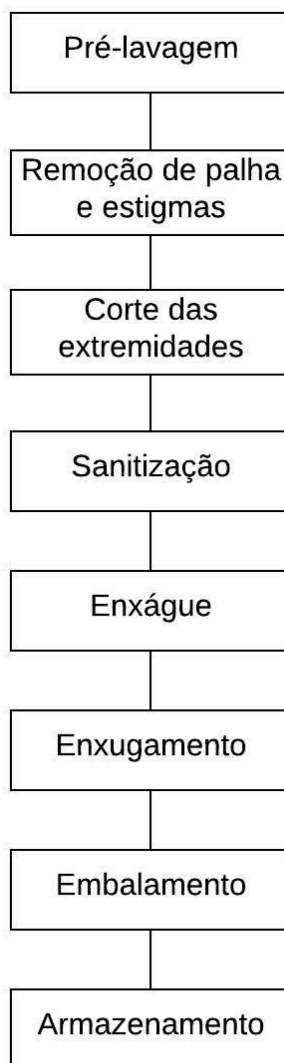


Fonte: O autor.

A etapa de sanitização foi associada à remoção de calor de campo, adaptando para o minimilho as metodologias recomendadas para o milho superdoce (ALBAN; SCOTT, 1954), onde foram realizadas as etapas de pré-lavagem, despalhamento e

corte dos estigmas, corte das extremidades, sanitização por imersão em água clorada com gelo, enxágue das mini-espigas (Figura 2.3), enxugamento, embalagem conforme os diferentes tratamentos e armazenamento refrigerado das amostras, todas as etapas realizadas logo após a colheita do produto fresco.

Figura 2.2 – Fluxograma de pós-colheita do minimilho.



Fonte: Baseado na metodologia proposta por EMBRAPA (2008).

No decorrer do período de armazenamento dos minimilhos embalados, foram realizadas análises periódicas das características visuais e físico-químicas das amostras durante o período de 16 dias, espaço de tempo o qual havia condições aceitáveis para comercialização do produto.

Figura 2.3 – Minimilho descascado durante o processamento mínimo.



Fonte: O autor.

2.2.2 Elaboração dos filmes de amido

A produção de filmes de amido de mandioca a 3% (m/m; b.s.) foi realizada utilizando técnica de *casting* de acordo com a formulação descrita no Quadro 2.1. O *casting* foi aplicado em escala experimental no laboratório, consistindo em amido solubilizado em água (DONHOWE; FENNEMA, 1994) e que em seguida foi aplicado sobre um suporte e seco para a evaporação do solvente (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). O filme foi elaborado a partir da mistura do plastificante glicerol, da empresa Dinâmica (Diadema, Brasil), amido de mandioca produzido pela Indemil (Paranavaí, Brasil) e argila zeólita adquirida da empresa Sigma Aldrich (USA).

A mistura foi submetida a aquecimento constante até atingir a temperatura de 95°C, sendo posteriormente resfriada a 40 °C e então vertida sobre as bandejas de poliestireno expandido, sendo condicionado na sequência em estufa tipo B.O.D. (Tecnal, Brasil) para secagem sob temperatura de 25±2 °C por 24 horas, compondo assim a embalagem do tratamento denominado Z.

Quadro 2.1 – Proporções utilizadas na produção dos filmes biodegradáveis de zeólita (Z).

Componente	Proporção (% m/m)
Amido de mandioca	3
Glicerol	20
Argila zeólita	10
Água	q.s.p 100 mL

Fonte: O autor

O tratamento Controle (C) consistiu em uma bandeja de poliestireno sem aplicação de filme. As bandejas de poliestireno utilizadas tinham as medidas de 0,25 mm de espessura, 11,21 cm de largura e 11,05 cm de comprimento. Cada bandeja recebeu cerca de 18 gramas de solução filmogênica.

2.2.3 Condicionamento das amostras de minimilho

As amostras de minimilho minimamente processadas, conforme descrito no Item 2.1, foram posicionadas sobre as bandejas de poliestireno de ambos os tratamentos (C e Z) e envoltas em filme plástico de PVC. Esse conjunto (amostra+embalagem) foi condicionado sob refrigeração (4-7 °C) (Figura 2.4), sendo suas alterações visuais e físico-químicas avaliadas até o momento que a hortaliça se mostrasse inviável para o consumo devido a visível grau de perecibilidade (16 dias).

Figura 2.4 – Minimilho após a embalagem em bandejas de poliestireno, com ou sem filmes biodegradáveis, envoltas em filme plástico de PVC.



Fonte: O autor.

2.2.4 Análises físico-químicas das amostras de minimilho

A vida de prateleira do minimilho foi avaliada através de características como perda de massa, conteúdo de umidade e acidez total titulável (ATT), mediante metodologia aplicada conforme o manual do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para a realização das análises de acidez, 10 g do conteúdo de minimilho foram triturados e diluídos em 100 ml de água. A acidez total titulável (ATT) foi calculada mediante a titulação da solução com NaOH 0,1 M até o ponto de viragem, de acordo com recomendações do Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em % (m/m) de ácido málico, conforme o recomendado e utilizado na bibliografia referente às análises de milho (MAMEDE et al., 2015; PERFEITO et al., 2017).

A perda de massa (PM) das amostras foi realizada por meio de pesagens sucessivas de uma mesma unidade de bandeja de cada tratamento (C e Z). Os resultados foram apresentados como % de perda de massa. A avaliação de umidade (U) foi realizada de acordo com as recomendações do Instituto Adolfo Lutz (2008). A remoção de umidade ocorreu em estufa com temperatura constante de 105 °C. O cálculo da porcentagem de umidade das amostras foi obtido mediante a pesagem em balança analítica da massa seca e sua comparação com o valor da massa inicial. Foi realizada amostragem em triplicata dos produtos.

A análise estatística foi realizada por meio de testes de diferença de médias (ANOVA) (Teste de Tukey - 5% de significância) para avaliar a diferença estatística entre as comparações múltiplas de médias obtidas nos tratamentos (BANZATTO; KRONKA, 2006). Os resultados da avaliação estatística foram tabulados no *software Excel 2013* (Microsoft, USA), calculados por meio do *software Statistica 7.0* (Statsoft, USA) e plotados graficamente com *OriginLab* (OriginLab Corporation, USA).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 2.2 apresenta os resultados dos atributos visuais perceptíveis para as amostras de minimilho testadas. Essa avaliação consistiu no registro do grau de intensidade que determinados aspectos assumiram ao fim da avaliação de acordo com a percepção subjetiva do avaliador. A ocorrência de condensação na superfície do filme PVC, que é invólucro das embalagens, foi perceptível em ambos os tratamentos ao final do experimento, sendo verificado em baixo grau.

O aspecto ressecado das amostras de minimilho foi intenso no grupo C e moderado no grupo Z, o que indicou uma atuação benéfica no filme amiláceo com zeólita na manutenção da qualidade visual do produto. A não observância de quaisquer bolores ou leveduras foi uníssona em ambos os tratamentos durante toda a execução do experimento.

A absorção de água em amidos termoplásticos é fortemente dependente do conteúdo de glicerol na matriz (CARVALHO; CURVELO, 2004). De forma geral, os amidos termoplásticos apresentam fracas propriedades mecânicas e alta sensibilidade à umidade, as quais são os principais fatores limitantes na sua aplicação (CORRADINI et al., 2007). Tal fato pode ser constatado no presente experimento, onde foi observada a sensibilidade que o filme amiláceo apresentou mediante a umidade inerente do produto em contato.

Contudo, o termoplástico não apresentou fragmentação ou total solubilidade na embalagem, mantendo constituição característica. Nesse sentido, é importante ressaltar que o amido, por ser extremamente polar e ser constituído de um grande número de hidroxilas, tem muita afinidade pela água e consequentemente, tende a absorver umidade do meio ambiente e do produto condicionado (MALI et al., 2002).

Estudos relacionados à sorção de água por bioplásticos amiláceos provenientes do amido de mandioca demonstraram que a capacidade de sorção de umidade deste tipo de filme é de 2% (OLADAYO; C; JOSEPH, 2016), sendo comparável a outros tipos de biopolímeros amiláceos, como o arroz (1,86%) e o trigo (2,55%) (OHWOAVWORHUA; KUNLE; OFOEFULE, 2004).

Quadro 2.2 – Avaliação visual do grau de condensação, ressecamento e presença de bolores e leveduras.

Características	Controle (C)		Zeólita (Z)	
	Dia 0	Dia 16	Dia 0	Dia 16
Presença de condensação na superfície do PVC	--	+	--	+
Aspecto ressecado das amostras de minimilho	--	+++	--	++
Presença visual de bolores e leveduras	--	--	--	--

Legenda: -- Ausência; + Pouco; ++ Moderado; +++ Intenso

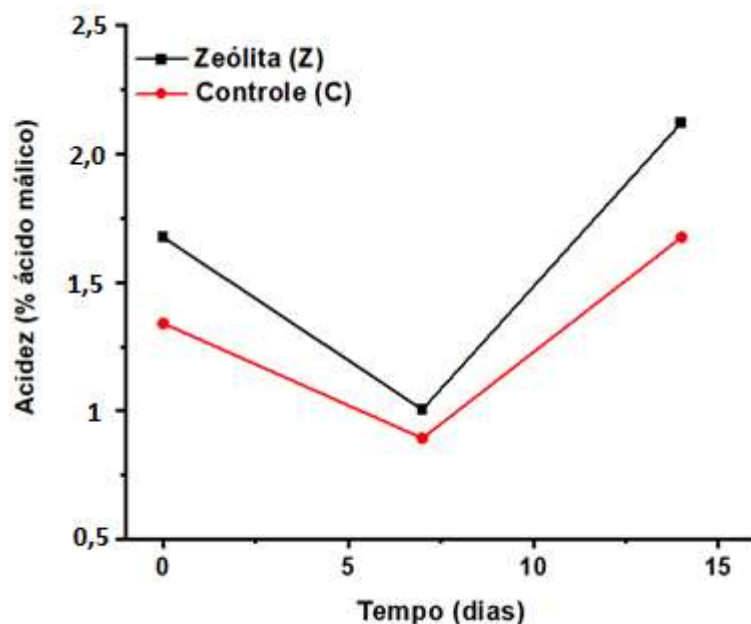
Os valores de acidez total titulável (ATT) mostraram comportamento similar entre as amostras C e Z. Inicialmente, o grupo Controle apresentou $1,3 \pm 0,00\%$ (g/100 ml) de ATT em relação ao ácido málico, e a amostra Z apresentou $1,7 \pm 0,02\%$ (g/100 ml). A redução de acidez foi registrada para ambas as amostras em tempos intermediários, sem apresentar diferença estatística, com um acréscimo posterior na acidez total final, no décimo sexto dia de armazenamento, atingindo valores de 1,7 % (g/100 ml) para as amostras de controle e 2,1 % para Z (Figura 2.5).

A presença de acidez em hortaliças é originária dos ácidos orgânicos dissolvidos em organelas conhecidas como vacúolos, dentro das células vegetais das hortaliças (CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, 2005). No decorrer da armazenagem, é possível verificar um decréscimo nos valores de acidez, o qual é condizente com o processo de redução de ácidos orgânicos desencadeado pela oxidação destes no ciclo do ácido tricarboxílico em virtude da respiração fisiológica do tecido vegetal (BRODY, 1996).

O fenômeno de redução de acidez observado no sétimo dia de armazenagem é semelhante ao comportamento observado para abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha salsa (ALVES et al., 2010). Contudo, ao final do experimento, foi observada a tendência ascendente da acidez. Essa ocorrência pode ser interpretada pela variância amostral decorrente da maturação fisiológica ou por algum efeito referente à temperatura de refrigeração da armazenagem (MAITI, R.K., N.C. SARKAR, 2006). Trabalhos anteriores indicam que a atividade respiratória é influenciada pela atmosfera do ambiente e pode desencadear incrementos de acidez no milho (MAMEDE et al., 2015). O aumento da atividade microbiana também é

associada ao aumento crescente da acidez em situações de armazenagem de milho (CAMACHO et al., 2001).

Figura 2.5 – Gráfico de acidez total titulável de amostras de minimilho avaliadas por um período de 16 dias.

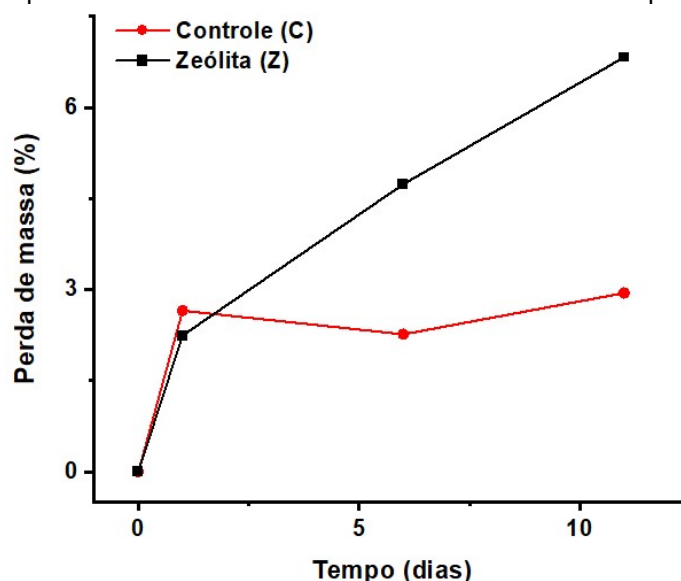


Fonte: o autor.

O aumento da % de perda de massa durante o tempo experimental, como consequência da perda de umidade, era esperado para ambas as amostras, sendo os resultados mostrados na Figura 2.6. As amostras Z apresentaram maior perda de massa (6,8% em 12 dias) quando comparadas as amostras de controle (2,9% em 12 dias), apontando para uma retenção de umidade superior das amostras embaladas em embalagens convencionais.

A metodologia de avaliação de perda de massa foi baseada na remoção do minimamente processado da embalagem, seguida de pesagem e reembalagem, sendo este procedimento exclusivo para o minimilho avaliado em todo o trabalho. Esse processo pode ter influenciado os resultados observados. A possibilidade de sorção de umidade em alimentos é variável (ANDRADE P.; LEMUS M.; PÉREZ C., 2011), com a ressalva de que a ocorrência de sorção de umidade no material amiláceo polimérico também é passível e constatado bibliograficamente (OLADAYO; C; JOSEPH, 2016).

Figura 2.6 – Gráfico de perda de massa de amostras de minimilho avaliadas por um período de 12 dias.



Fonte: o autor.

Os resultados de umidade das amostras são mostrados na Tabela 2.1. Verificou-se acréscimo na umidade de ambos os tratamentos durante o sexto dia, seguida de decréscimos durante o décimo primeiro dia para então finalizar uma leve ascensão de valores, ainda que estes apresentem diferença apenas numérica, os valores apresentaram notável constância e baixa variabilidade.

A metodologia de armazenamento *in natura* adotada corrobora com conclusões publicadas internacionalmente acerca do minimilho minimamente processado, onde as embalagens apresentaram capacidades benéficas para a manutenção dos valores de umidade.

A manutenção da temperatura de refrigeração, em conjunto com alterações na composição gasosa da atmosfera interna da embalagem são apontadas como fatores que propiciam a manutenção da qualidade de minimilho minimamente processado, por meio da redução da taxa respiratória e também pela atenuação dos efeitos adversos do corte em frutas e vegetais (SINGH; KUMAR; KAUR, 2014).

Tabela 2.1 – Teor de umidade (%) das amostras de MnMP sob diferentes tratamentos.

Teor de umidade durante o armazenamento				
Amostras	1° dia	6° dia	11° dia	16° dia
C	91,5 ± 0,3 ^{aB}	96,4 ± 1,2 ^{aA}	91,0 ± 1,9 ^{aB}	93,0 ± 0,8 ^{aAB}
Z	90,9 ± 0,2 ^{aA}	93,0 ± 1,9 ^{aA}	90,9 ± 0,6 ^{aA}	92,4 ± 0,8 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$).

2.4. CONCLUSÃO

Constatou-se que o nível de condensação no interior da embalagem de ambos os grupos C e Z foram equivalentes. O grau de ressecamento visual exibido pela amostra foi maior no tratamento Controle, sendo importante frisar que, apesar disso, a perda de massa dessa amostra foi inferior e o teor de umidade foi similar aos demais tratamentos, denotando que os outros tratamentos podem ter trazido um benefício visual na estocagem do produto de acordo com a avaliação subjetiva executada na pesquisa.

Maiores valores de perda de massa do tratamento com zeólitas (Z) foi observado, quando comparada ao grupo de controle. Valores de umidade apresentaram constância e equidade em termos estatísticos. O acréscimo nos valores de perda de massa pode ser atribuída à abertura das embalagens para a pesagem de monitoramento, o que influenciou os resultados observados.

O trabalho cumpriu o papel de expandir o atual paradigma, focando no estudo do minimilho minimamente processado e embalado com filme biopolimérico associado, sendo, portanto, inovador nesse aspecto, uma vez que a implementação de tal técnica foi bem sucedida e demonstra viabilidade de aplicação como embalagem ativa. As inferências percebidas na avaliação visual exibiram um benefício no que diz respeito ao aspecto visual da hortaliça. Recomenda-se a aplicação de novos testes sob novas concentrações para firmar as respostas positivas percebidas no estudo.

CAPÍTULO III - Utilização de embalagens ativas em moranga minimamente processada

Resumo

A abóbora do tipo moranga (*Cucurbita maxima* Duchesne) é uma das cucurbitáceas mais populares no Brasil, sendo amplamente consumida por todo o território nacional. O consumo de hortifrúti contemporâneo é demarcado pela necessidade do alimento ser prontamente disponível para o cidadão urbano, que preza pelo ganho de tempo, e, ao mesmo tempo, tem interesse de adquirir produtos frescos e com apelo nutricional. Morangas selecionadas, higienizadas e cortadas já são atualmente disponíveis nas gôndolas de minimamente processados. Contudo, a possibilidade de estender a vida de prateleira desse tipo de alimento é de grande interesse ao setor de pós-colheita, uma vez que possibilita a melhoria da logística de distribuição desse produto, fazendo-o com que o mesmo possa abastecer pontos de venda mais afastados e principalmente por mais tempo, com uma qualidade aceitável ao consumidor. O emprego de materiais biodegradáveis conservem-na embalagem de alimentos é de grande importância, uma vez que permite o uso de matéria prima renovável e de baixo impacto residual ao meio ambiente. O uso de argilas zeólitas e óleo essencial de tomilho, incorporados em filmes biopoliméricos de amido de mandioca, foram testados como embalagens ativas de morangas minimamente processadas (MMP) e refrigeradas, sendo as amostras avaliadas periodicamente quanto aos atributos físico-químicos da abóbora. A aplicação de material biodegradável foi bem sucedida e não apresentou problemas ou interferências na qualidade da MMP. As avaliações físico-químicas não apontaram diferenças na umidade entre os tratamentos, indicando que a embalagem e refrigeração dos produtos favoreceu a manutenção da umidade. Constaram-se efeitos positivos do óleo essencial de tomilho contra a perda de firmeza de fruto e o efeito do tratamento com nanoargila zeólita contra o aumento do parâmetro de cor L^* (reportado em abóboras como relacionado ao fenômeno do *white blush*) e contra a perda de massa. A utilização de filmes biodegradáveis ativos em embalagens primárias de MMP representa um potencial fator a ser considerado na manutenção da qualidade deste produto.

Palavras-chave: *Cucurbita maxima* Duchesne, biopolímeros, embalagens ativas, óleo essencial de tomilho, zeólita.

Abstract

The squash (*Cucurbita maxima* Duchesne) is one of the most popular cucurbits in Brazil, being widely consumed throughout the national territory. The consumption of contemporary horticulture is marked by the need for food to be readily available to the urban citizen, who values time savings, but at the same time is interested in purchasing fresh products with nutritional appeal. Selected, sanitized and sliced squash are currently available in minimally processed gondolas, however, the possibility of extending the shelf life of this type of food is of great interest to the post-harvest sector, since it allows for the improvement of the logistics of distribution of this product, making it possible to supply points of sale further away and mainly for longer with a quality acceptable to the consumer. The use of biodegradable materials that conserve food is of great importance, since it allows the use of renewable raw materials with low residual impact on the environment. The use of zeolite clays and thyme essential oil incorporated in biopolymeric films of cassava starch were tested as active packages of minimally processed (MMP) and refrigerated squash, with the samples being periodically evaluated for the physicochemical attributes of the pumpkin. The application of biodegradable material was successful and did not present any problems or interferences in the quality of the MMP. The physical-chemical evaluations did not show differences in humidity between treatments, indicating that the packaging and refrigeration of the products favored the maintenance of humidity. Positive effects of the essential oil of thyme were found against the loss of firmness of the fruit and the effect of the treatment with zeolite nano-clay against the increase of the color parameter L^* (reported in pumpkins as related to the white blush phenomenon) and against the loss of mass. The use of active biodegradable films in primary MMP packaging represents a potential factor to be considered in maintaining the quality of this product.

Keywords: *Cucurbita maxima* Duchesne, biopolymers, active packaging, essential thyme oil, zeolite.

3.1 INTRODUÇÃO

As abóboras pertencem à família das cucurbitáceas, onde podemos verificar a existência de vários tipos de variações para abóbora, como as cabotiás, abóboras de pescoço, abobrinhas, entre outras (RAMOS et al., 2010). Um dos tipos de abóboras populares no Brasil são as morangas, que remetem o seu cultivo desde os povos ameríndios que habitavam o território brasileiro, sendo então propagado o seu cultivo pela Europa pelos portugueses (BARBIERI, 2012). A moranga possui naturalmente resiliência contra interpéries externas depois do momento que é colhida, podendo ser armazenada por longos períodos antes de cortada, com os frutos dessa família podendo atingir até três meses de armazenagem com a devida manutenção de qualidade (LUENGO; LOPES, 1995).

Atualmente, observa-se que o público consumidor desenvolveu preferências por hortaliças que já tenham passado previamente por processos de lavagem, corte e descascamento. O fenômeno de procura por minimamente processados pode ser a diferença entre o consumo de um produto, devido à exigência dos consumidores por um produto fresco, sem conservantes, seguro, de fácil acesso e devidamente processado conforme a sua finalidade. Outro fator que colabora para esse acréscimo da demanda é o já constatado aumento do número de idosos, algo já observado em países desenvolvidos (ZINK, 1997). Assim, a manutenção da qualidade de um produto minimamente processado por um longo período é um grande desafio no setor.

Tendo em vista o cenário atual, o trabalho a seguir foca na produção de uma camada estrutural biopolimérica que possa ser utilizada recobrando o interior de embalagens de poliestireno expandido, podendo ser associada a tratamentos ativos que eliminem ou mitiguem determinados efeitos deletérios pertinente a produção de minimamente processados. Com a possibilidade de sucesso no empreendimento da técnica, um rol de substâncias que podem atuar na alteração de efeitos da senescência e maturação de frutos foram testadas e a sua influência nas características físico-químicas de amostras de moranga minimamente processadas foram avaliadas durante seu período de armazenamento refrigerado

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1 Processamento mínimo da hortaliça

A coleta das morangas ocorreu em julho de 2019, sendo posteriormente selecionadas. A espécie coletada é uma abóbora do tipo moranga variedade *BGH 7653*, fornecida pela Fazenda Escola Capão da Onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O processamento mínimo efetuado nas amostras de abóbora seguiu o protocolo indicado para corte de abóbora em meia lua (SALATA; EVANGELISTA; CARDOSO, 2010). Estima-se que as abóboras foram colhidas em meados de julho de 2019, sendo removidas e segregadas em campo para a coleta que ocorreu no meio do mês de julho.

Após a coleta, as abóboras foram lavadas superficialmente com água, sendo então cortadas (Figura 3.1) no formato de pedaço em meia-lua (Figura 3.2), sanitizadas por imersão em água clorada por dez minutos (10 ml de água sanitária comercial em 1 litro de água) com gelo para auxiliar na remoção de calor de campo, enxaguadas e enxugadas, sendo o aspecto final representado na Figura 3.3. Foi então realizada a embalagem com os tratamentos previamente produzidos e finalizou-se com o armazenamento refrigerado (4-7 °C) das embalagens. O fluxograma de produção é exibido na Figura 3.4. As alterações físico-químicas das amostras de moranga foram avaliadas até o momento que a hortaliça se mostrasse inviável para o consumo.

Figura 3.1 – Aspecto da moranga após corte inicial longitudinal para o processamento.



Fonte: O autor.

Figura 3.2 – Morangas cortadas em meia lua antes da remoção da casca.



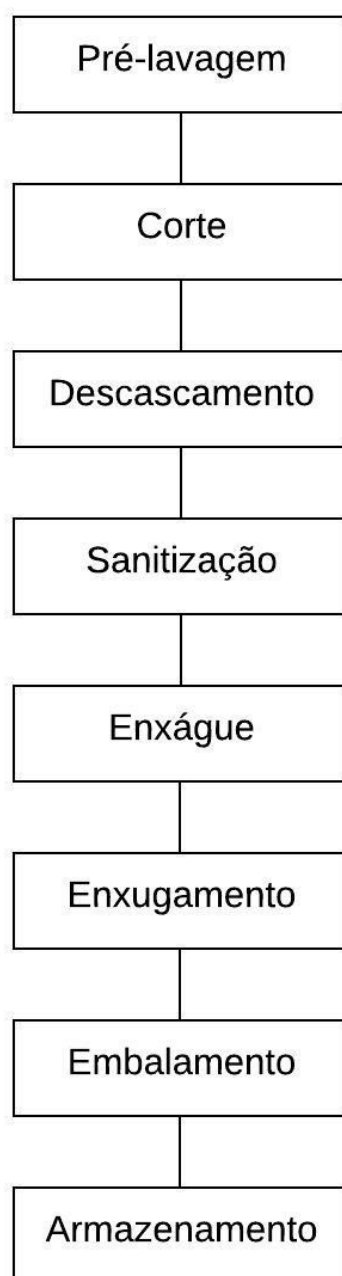
Fonte: o autor.

Figura 3.3 – Moranga em meia lua.



Fonte: o autor.

Figura 3.4 – Fluxograma do processamento mínimo da moranga.



Fonte: Adaptado dos procedimentos adotados e recomendados pela Embrapa (SILVA et al., 2013).

3.2.2 Obtenção das embalagens ativas

3.2.2.1 Filmes de amido

A produção de filmes de amido de mandioca a 3% (m/m; b.s) e das formulações contendo ativos (argila zeólita (Sigma Aldrich, EUA) ou óleo essencial de tomilho (Quinarí, Brasil)) se deu por meio das formulações descritas no Quadro 3.1 em q.s.p. de 100 ml de água destilada. O filme foi elaborado a partir da mistura dos ingredientes, submetidos ao aquecimento constante até atingir a temperatura de 95 °C. Ao chegar na temperatura desejada, o filme foi então resfriado até a temperatura de 40 °C, sendo vertido sob as placas de poliestireno expandido (ISOPOR®) e condicionados em estufa tipo B.O.D. (Tecnal, Brasil) para secagem por 24 h. Cada bandeja teve cerca de 55 g de solução filmogênica aplicada. Para a amostra contendo óleo essencial de tomilho (T), este foi adicionado ao final da etapa de resfriamento da solução filmogênica, evitando perdas por influência da temperatura. As bandejas utilizadas apresentam as médias de 2 mm de espessura, 14,93 cm de largura e 21,23 cm de comprimento.

Quadro 3.1 – Formulações utilizadas no desenvolvimento das embalagens controle e ativas.

Formulações	Amido (g.100g ⁻¹)	Glicerol (g.100g ⁻¹)	Zeólita (g.100g ⁻¹)	OET (g.100g ⁻¹)*
C	3,30	0,66	0,00	0,00
Z	3,44	0,86	1,03	0,00
T	3,44	0,66	0,00	0,50

*OET: óleo essencial de tomilho.

3.2.2.2 Aplicação dos tratamentos na embalagem de moranga

As amostras de moranga, após o processo de sanitização e enxágue, foram condicionadas em bandejas de poliestireno expandido (2 pedaços por embalagem), com os diferentes tratamentos (Tabela 3.1). As bandejas foram então envoltas em filme de PVC e condicionadas sob refrigeração (4-7 °C), sendo suas alterações físico-químicas avaliadas até o momento que a hortaliça se mostrasse inviável para o consumo, devido a visível grau de degradação. Todas as análises foram realizadas em triplicata para cada tratamento.

Tabela 3.1 – Embalagens avaliadas para o acondicionamento de MMP.

Amostras	Compostos ativos
C	Sem ativos (controle)
T	Óleo essencial de tomilho
Z	Nanoargilas zeólitas

Fonte: o autor.

3.2.3 Análises físico-químicas das amostras

3.2.3.1 Perda de massa

A perda de massa (PM) das amostras foi realizada por meio de pesagens sucessivas de uma mesma unidade de bandeja de cada tratamento (C, T e Z). Os resultados foram apresentados como % de perda de massa.

3.2.3.2 Determinação de umidade

A avaliação do teor de umidade (U) foi realizada em triplicata para todas as amostras, com cada amostra sendo processada em pequenos pedaços. A determinação de umidade ocorreu em estufa com temperatura constante de 105 °C. O cálculo da porcentagem de umidade foi obtido mediante a pesagem em balança gravimétrica da massa seca e sua comparação com o valor da massa inicial, em acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.2.3.3 Acidez total titulável

Para a realização das análises de acidez, 10 g do conteúdo de moranga foram triturados e diluídos em 100 ml de água. A acidez total titulável (ATT) foi calculada mediante a titulação da solução com NaOH 0,1 M até o ponto de viragem, de acordo com recomendações do Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em % (g/100 ml) de ácido málico.

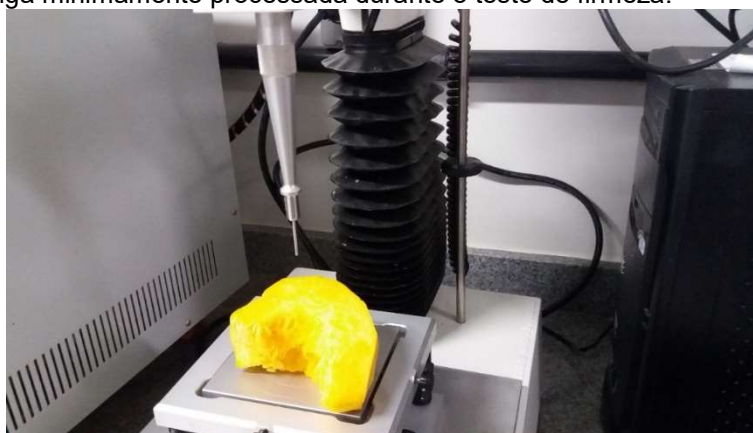
3.2.3.4 Teor de sólidos solúveis (°Brix)

O teor de sólidos solúveis foi avaliado por refratometria, onde 10 gramas do material triturado foram previamente diluídos em 100 ml de água destilada, efetuando-se então a medida em equipamento calibrado (Modelo Abbe, Marca RTA-100) com o gotejar controlado da solução amostral no leitor do equipamento. O ensaio foi realizado em triplicata.

3.2.3.5 Teste de firmeza

A avaliação de firmeza foi realizada em texturômetro TA.TX Plus (Stable Micro System) com *probe* de 2mm do tipo P/2 (Stable Micro System), por meio de ensaios de penetração mecânica, avaliando o parâmetro da dureza (N/m^2) quantitativamente nas amostras testadas (NISHINARI et al., 2013). Cada ensaio foi conduzido em quintuplicata. O *probe* contou com massa de penetração de 5 g e velocidade de penetração de 1 mm/s (Figura 3.5).

Figura 3.5 – Moranga minimamente processada durante o teste de firmeza.



Fonte: O autor

3.2.3.6 Avaliação de cor

A análise de cor dos pedaços de moranga minimamente processados foram avaliados em sua parte de maior dimensão, por meio de colorímetro (BYK Gardner) portátil em escala CieLab, onde analisaram-se os parâmetros: L^* (luminosidade que vai do branco (100) ao preto (0)), a^* (cromaticidade que vai do vermelho ao verde) e b^* (cromaticidade que vai do amarelo ao azul) (FERREIRA; SPRICIGO, 2017;

KALLUF, 2006). As cores das amostras foram determinadas com iluminante D₆₅ (luz do dia) e ângulo visual de 10°, sendo determinados em triplicata para cada tratamento (VIEIRA, 2011).

3.2.3.7 Análise de pH

O pH das amostras foi verificado por meio de visualização dos valores de pH obtidos em amostra de 10 g de MMP diluídas em 100 ml de água. A verificação de pH foi efetuada mediante a utilização de aparelho pHmetro modelo PHS-3B (Labmeter) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados os seguintes dados referentes às morangas minimamente processadas (MMP) logo após o seu processamento mínimo e antes de seu acondicionamento. O Quadro 3.2 exibe os valores de referência obtido das análises dos pedaços frescos.

Quadro 3.2 – Valores iniciais de ATT (% ácido málico), pH, umidade e teor de sólidos solúveis (°Brix) das morangas minimamente processadas, antes do armazenamento.

Atributos	Valores
pH	5,0
ATT	0,5 (%)
Umidade	86,8 (%)
Teor de sólidos solúveis	3,3 °Brix

Fonte: O autor.

O teor de sólidos solúveis, das amostras controle e das condicionadas em embalagemns ativas, foi avaliado durante seu tempo de vida útil, com resultados apresentados na Tabela 3.2. Foi observado que os resultados das análises do teor de sólidos solúveis das amostras (°Brix) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. O fenômeno observado contraria o que se tem na bibliografia usualmente, onde é possível verificar acréscimos nos valores de sólidos solúveis de vegetais como o melão e abóbora minimamente processados (ARRUDA et al., 2003; SASAKI, 2005). Esse resultado aponta para uma eficiência de todos os tratamentos

aplicados na embalagem da moranga em manter os níveis de sólidos solúveis no vegetal durante seu período de condicionamento.

Tabela 3.2 – Resultados da análise de graus Brix de MMP sob diferentes tratamentos.

Amostras	Dias de Armazenamento		
	7º dia	10º dia	13º dia
C	3,3 ± 2,8 ^{aA}	5,8 ± 3,8 ^{aA}	5,0 ± 2,5 ^{aA}
Z	3,0 ± 2,6 ^{aA}	4,1 ± 1,4 ^{aA}	1,2 ± 1,2 ^{aA}
T	2,5 ± 1,3 ^{aA}	3,3 ± 1,4 ^{aA}	4,1 ± 1,4 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

As amostras de MMP apresentaram valores estáveis de umidade durante o armazenamento, independente do tratamento aplicado na embalagem (Tabela 3.3). A refrigeração é uma técnica de conservação que retarda a ocorrência de desidratação, o que possivelmente acarretou a manutenção dos valores de umidade durante todo o período de estocagem avaliado (BENNETT, 1971).

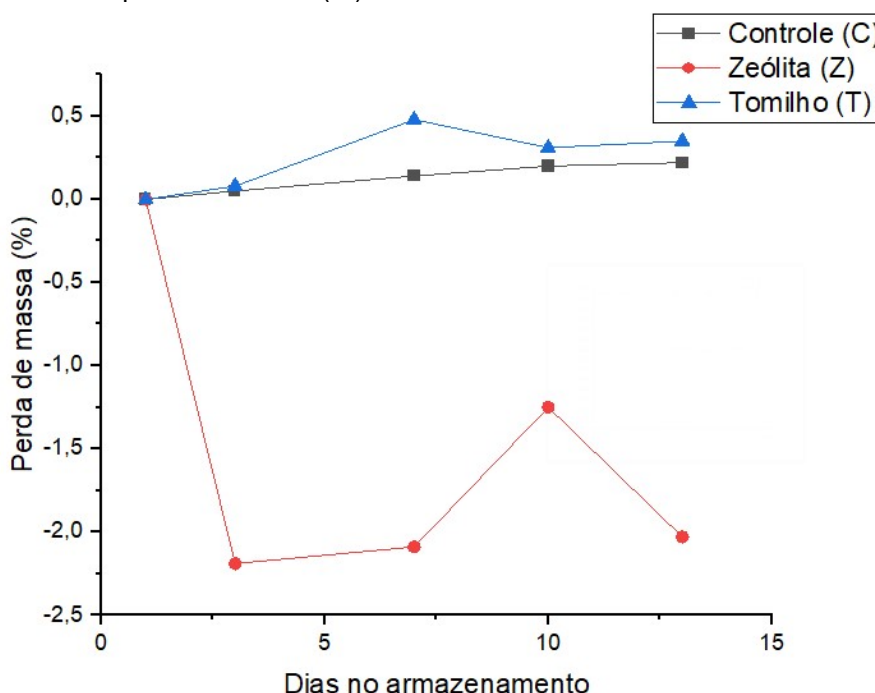
Tabela 3.3 – Resultados da análise de umidade de MMP sob diferentes tratamentos.

Amostras	Umidade (%) durante o armazenamento de MMP			
	3º dia	7º dia	10º dia	13º dia
C	87,63 ± 0,80 ^{aA}	89,78 ± 2,06 ^{aA}	86,44 ± 1,07 ^{aA}	87,65 ± 0,55 ^{aA}
Z	87,66 ± 0,60 ^{aB}	90,56 ± 0,44 ^{aA}	87,45 ± 1,21 ^{aB}	87,69 ± 0,79 ^{aB}
T	86,93 ± 1,28 ^{aA}	90,73 ± 1,15 ^{aA}	85,83 ± 2,63 ^{aA}	89,01 ± 1,83 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

O gráfico cinético representando os valores monitorados de perda de massa das amostras embaladas (Figura 3.6) corrobora os resultados de umidade, apresentando perdas relativamente baixas para a amostra C e não apresentando perdas para a amostra Z durante o experimento. No entanto, o tratamento T apresentou perdas de massa superiores aos outros tratamentos, com pico máximo de perda registrado ao sétimo dia de armazenamento.

Figura 3.6 – Valores de perda de massa (%) de MMP sob diferentes tratamentos.



Fonte: O autor.

Valores de acidez total titulável (ATT) mensurados durante o experimento são apresentados na Tabela 3.4. O tratamento C mostrou aumento da acidez das amostras no sétimo dia de armazenamento, registrando uma queda significativa destes valores no final do período de avaliação. Essa variação de valores pode ter sido decorrente de variações de temperatura refrigeração das amostras. Os resultados de ATT da embalagem ativa contendo nanoargilas zeólitas (Z) permaneceram estáveis durante todo o período experimental. Esse comportamento aponta para a eficiência da embalagem Z na manutenção da qualidade das MMP armazenados sob refrigeração.

Experimentos com melão *Crimson Sweet* minimamente processado produziram valores de acidez sob constantância e com baixa variância entre esses (PINTO, 2002). Hortaliças como as cenouras minimamente processadas também apresentaram baixa diferença de valores de acidez no decorrer do armazenamento (SPAGNOL, 2005). Outros autores demonstram que a moranga minimamente processada apresenta tendência de manutenção dos valores de acidez. Isso corrobora com as conclusões previamente estabelecidas neste trabalho (RAHMAN et al., 2013; SASAKI, 2005).

Tabela 3.4 – Resultados da análise de acidez total titulável (ATT) em % ácido málico para MMP sob diferentes tratamentos.

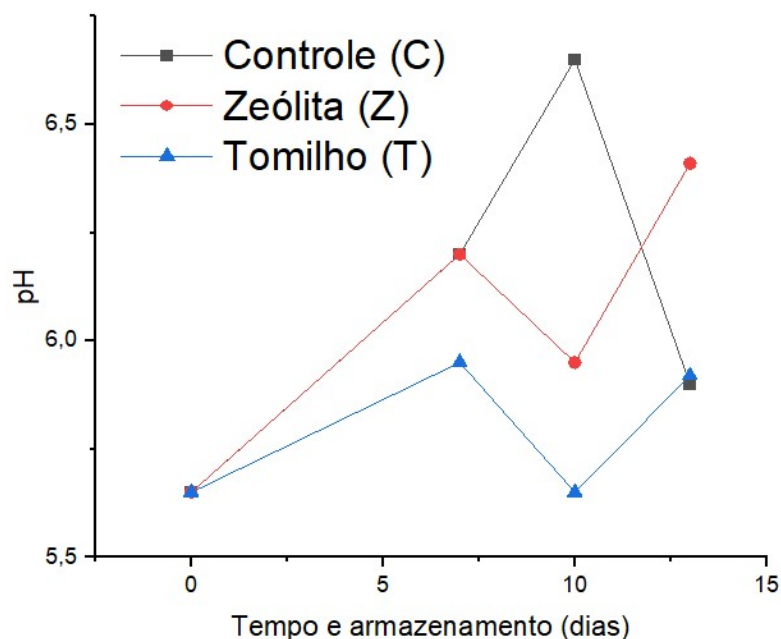
Amostras	ATT (%) durante o armazenamento de MMP			
	3° dia	7° dia	10° dia	13° dia
C	0,8 ± 0,0 ^{bB}	1,7 ± 0,0 ^{aA}	0,7 ± 0,1 ^{aBC}	0,5 ± 0,0 ^{aC}
Z	0,6 ± 0,0 ^{cA}	0,6 ± 0,1 ^{bA}	0,6 ± 0,0 ^{aA}	0,4 ± 0,0 ^{aA}
T	1,0 ± 0,1 ^{aA}	0,6 ± 0,1 ^{bB}	0,6 ± 0,0 ^{aB}	0,5 ± 0,0 ^{aB}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

Os valores de pH mensurados e plotados graficamente (Figura 3.7) apresentaram todos o acréscimo do valor de pH do início das análises (dia 0) com 5,65 e chegando até o sétimo dia de armazenamento com valores de 6,2 para C e Z com 5,95 para T. Contudo, entre o sétimo e décimo dia de armazenamento tendências semelhantes de redução do pH para os tratamentos Z (de 6,2 para 5,95) e T (5,95 para 5,65) foram observadas, seguida de redução do pH ao décimo dia. Para as amostras C foi observado um decréscimo acentuado do pH no último dia de armazenamento, atingindo valores de 5,9, sendo um valor quase indêntico ao de T, com 5,92.

A pouca variação de pH dos tratamentos durante o experimento pode ser indicativo de boas condições sanitárias do material amostral, uma vez que este fenômeno foi observado em tomates armazenados livres de contaminantes fúngicos (AJAYI; OLASEHINDE, 2009) e está de acordo com os resultados de ATT já discutidos. O acréscimo repentino de acidez da amostra C ao décimo dia pode ter sido proveniente de alguma variabilidade passível do controle da refrigeração ou particularidade do processo de colheita do produto (MAITI, R.K., N.C. SARKAR, 2006). É importante frisar que durante o armazenamento pós-colheita do produto, condições de força maior desligaram o fornecimento de energia elétrica para a refrigeração das amostras por cerca de 10 horas.

Figura 3.7 – Valores de pH obtidos nas amostras de MMP sob diferentes tratamentos.



Fonte: O autor.

A análise de cor das amostras de MMP é apresentada nas Tabelas 3.5, 3.6 e 3.7. Os resultados do parâmetro luminosidade (L) para a amostra T apresentou crescimento expressivo durante o período de condicionamento das amostras, sendo que os maiores valores para este parâmetro foram registrados no décimo terceiro dia de experimento (Tabela 3.5). De forma oposta, os tratamentos C e Z apresentaram menores valores de luminosidade ao final do período de análise. Estes resultados podem estar correlacionados com o fenômeno de “*white blush*”, comum para vegetais minimamente processados, sendo já documentado na armazenagem de abóbora e cenoura (LANA, 2000; SASAKI, 2005).

O fenômeno de “*white blush*” consiste em um tipo especial de embranquecimento perceptível no produto olerícola, proveniente da secagem de uma superfície cortada durante o descascamento e o corte, sendo uma resposta de ordem fisiológica associada ao fermento ocorrente no vegetal (KASIM; KASIM, 2015). Esse tipo de esbranquiçamento é caracterizado na literatura por diferentes autores considerando diferentes hipóteses (BARRETT; BEAULIEU; SHEWFELT, 2010), com as discussões apontando para a formação de lignina, sendo que na etapa de corte se reporta o conjunto de efeitos do metabolismo fenólico e a atividade acrescida de fenilalanina amônia liase (PAL), a enzima catalizadora do metabolismo fenólico (BABIC et al., 1993; HOWARD; HERNANDEZ-BRENES, 1997). A lignina é um dos

vários compostos fenólicos relativos às plantas, sendo um polímero que não se apresenta na forma livre nos tecidos vegetais (MILENE ANGELO; JORGE, 2007). Aparentemente, a ocorrência de “*white blush*” para a amostra T foi maior, uma vez que apresentou maiores valores de luminosidade.

Tabela 3.5 – Resultados da análise de luminosidade (L) de MMP dos diferentes tratamentos.

Amostras	Luminosidade (L) durante o armazenamento de MMP		
	7º dia	10º dia	13º dia
C	73,19 ± 0,60 ^{aB}	75,60 ± 0,43 ^{aA}	70,24 ± 1,65 ^{bC}
Z	70,76 ± 0,65 ^{bB}	73,74 ± 0,53 ^{abA}	70,17 ± 0,10 ^{bB}
T	74,20 ± 0,04 ^{aA}	71,63 ± 1,27 ^{bB}	75,27 ± 0,15 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

Quanto aos valores de cromaticidade, os valores de **a* apresentaram constante incremento com o decorrer do tempo de armazenamento para os tratamentos C e Z, tendendo ao vermelho (Tabela 3.6). Já o tratamento T, registrou menor valor de croma no décimo terceiro dia de armazenamento, com um croma tendendo a um tom de mais próximo do verde e menos próximo do vermelho quando comparado aos demais tratamentos.

Tabela 3.6 – Resultados da análise de croma **a* de MMP com diferentes tratamentos.

Amostras	Cor (<i>*a</i>) durante o armazenamento de MMP		
	7º dia	10º dia	13º dia
C	23,85 ± 0,66 ^{bB}	21,17 ± 0,68 ^{aC}	25,97 ± 0,78 ^{aA}
Z	27,38 ± 0,12 ^{aA}	22,24 ± 0,40 ^{aB}	27,11 ± 0,13 ^{aA}
T	22,82 ± 0,17 ^{cA}	24,86 ± 2,38 ^{aA}	20,69 ± 0,65 ^{bA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

Valores distintos do croma **b* foram registrados em cada grupo (Tabela 3.7). O tratamento C apresentou uma queda ao décimo dia, sendo o menor valor do parâmetro **b* registrado, seguido por um aumento significativo da intensidade deste no décimo terceiro dia, com valor de croma tendendo ao amarelo e mais afastado do azul em relação aos demais. Quanto ao tratamento T, o maior valor de croma

mensurado nesse ensaio ocorreu no décimo dia, comportamento semelhante ao observado para as amostras Z.

Tabela 3.7 – Resultados da análise de cor ^ab de MMP sob diferentes tratamentos.

Amostras	Cor (b) durante o armazenamento de MMP		
	7° dia	10° dia	13° dia
C	71,40 ± 0,42 ^{bB}	67,83 ± 0,63 ^{bC}	76,03 ± 0,04 ^{aA}
Z	70,39 ± 0,54 ^{bB}	73,16 ± 0,52 ^{bA}	70,98 ± 0,27 ^{bB}
T	74,54 ± 0,30 ^{aB}	82,31 ± 3,72 ^{aA}	69,03 ± 0,82 ^{cB}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

Os dados de firmeza mensurados estão mostrados na Tabela 3.8. Não foram observadas diferenças significativas nos valores de firmeza (N/mm²) obtidos entre os diferentes tratamentos. Contudo, se observa a tendência ao aumento da firmeza nas morangas condicionadas com o tratamento T, iniciando em 476 N/mm² no sétimo dia, aumentando para 609,9 N/mm² no décimo dia e encerrando com o valor de 620,4 N/mm². Esse fenômeno pode estar correlacionado com a maior perda de massa registrada para a amostra T, quando comparada aos outros tratamentos. O tratamento C mostrou comportamento similar, com maior firmeza registrada ao final do experimento (décimo terceiro dia).

Para a amostra Z observou-se o inverso, com a firmeza decrescendo de 568,2 N/mm² para 394,7 N/mm² e encerrando com um valor estatisticamente inferior ao início do monitoramento do armazenamento (489,8 N/mm²). A visualização do fenômeno de redução de firmeza já foi observado em pepino minimamente processado (SILVA et al., 2009b). A ocorrência deste fenômeno particular na amostra Z pode estar relacionado aos efeitos desse tratamento que podem ter sido desencadeados por conta da modificação e degradação da parede celular (PEREIRA, 2003), conforme justificado por Silva et al. (2009). Portanto, se estabelece aqui uma relação particular do tratamento biopolimérico com zeólita e a perda de firmeza das MMP.

O registro de aumento na firmeza dos frutos durante seu acondicionamento foi também observado por Sasaki (2005) em abóbora minimamente processada refrigerada e por Sarzi (2002) em mamão minimamente processado e refrigerado, com a justificativa de que perdas de umidade, podem fazer com que o penetrômetro tenha mais dificuldade em penetrar a amostra no decorrer do armazenamento. No que diz

respeito a características de armazenamento do fruto para o comércio, a redução de firmeza é considerada como um dos fatores que tornam o produto não interessante para o mercado (NERSON, 1995).

Tabela 3.8 – Resultados da análise de firmeza de MMP sob diferentes tratamentos.

Amostras	Firmeza (N/mm ²) durante o armazenamento de MMP		
	7° dia	10° dia	13° dia
C	537,97 ± 89,68 ^{aA}	503,23 ± 68,45 ^{aA}	611,91 ± 36,35 ^{aA}
Z	568,18 ± 42,27 ^{aA}	394,66 ± 88,45 ^{aB}	489,84 ± 54,17 ^{aAB}
T	475,96 ± 28,56 ^{aB}	609,89 ± 100,01 ^{aA}	620,39 ± 45,21 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

3.4 CONCLUSÃO

A aplicação dos tratamentos foi adequada quanto à viabilidade de associação da camada de filmes biodegradáveis ativos em bandejas para condicionamento de amostras minimamente processadas. O tratamento com óleo essencial de tomilho (T) proporcionou a não ocorrência de perda de firmeza na abóbora, enquanto o tratamento com nanoargila zeólita (Z) pode indicar a diminuição dos efeitos do “*white blush*” nas amostras, além deste tratamento não ter apresentado perda de massa significativa durante o período de estocagem.

Dessa forma, a inclusão de uma camada biopolimérica ativa em embalagens para moranga minimamente processada mostrou-se interessante no melhoramento dos atributos qualidade durante a vida de prateleira destes produtos, com influência positiva dos ativos (óleo essencial de tomilho e nanoargila zeólita) na manutenção da firmeza e no combate ao *white blush*, respectivamente.

CAPÍTULO IV - Utilização de embalagens ativas em milho superdoce minimamente processado

Resumo

O milho verde superdoce destinado ao consumo *in natura* possui alta perecibilidade no estágio de pós-colheita. Com o objetivo de prolongar a vida útil do milho verde superdoce, diferentes sistemas de embalagens ativas biodegradáveis foram testados, incluindo a utilização de permanganato de potássio através da sua incorporação em péletes à base de amido de mandioca extrusados, como plataforma inerte (P), filmes de amido associado com nanoargila zeólita (Z), filme de amido com zeólita associado com péletes incorporados com permanganato de potássio (ZP), filme de amido com óleo essencial de tomilho (T), além do grupo de controle (C). Foram analisados os parâmetros de firmeza, umidade, acidez total titulável, pH, cor e teor de sólidos solúveis, bem como a composição centesimal das amostras, com a diferenciação qualitativa do amido e de açúcares redutores e não redutores. Os tratamentos aplicados encontraram sucesso na metodologia estipulada, sendo, portanto, um referencial inicial a ser seguido e aperfeiçoado para pesquisas futuras. O tratamento P apresentou menores valores de acidez, bem como valores de firmeza reduzidos ao final do armazenamento, sendo ambas as características desejáveis do ponto de vista da pós-colheita de hortifrúti. A extensão da vida útil de qualquer produto da horticultura é de grande valia para utilização prática em âmbito comercial, podendo ser de vital auxílio para a popularização da oferta e do consumo de espigas de milho verde superdoce em território nacional.

Palavras-chave: *Zea mays* L. var. *Saccharata*; Embalagens ativas; minimamente processado; Péletes.

Abstract

Super sweet green corn intended for fresh consumption has high perishability in the post-harvest stage. In order to extend the useful life of super sweet green corn, different active biodegradable packaging systems were tested, including the use of potassium permanganate through its incorporation into extruded cassava starch-based pellets, as an inert platform (P), starch films associated with zeolite nano-clay (Z), starch film with zeolite associated with pellets imbued with potassium permanganate (ZP), starch film with essential thyme oil (T), in addition to the control group (C). The parameters of firmness, moisture, acidity, pH, color and soluble solids content were analyzed, as well as the proximate composition of the samples, with the qualitative differentiation of starch and reducing and non-reducing sugars. The applied treatments found success in the stipulated methodology, being, therefore, an initial reference to be followed and improved for future research. Treatment P showed lower acidity values at the end of storage, as well as reduced firmness values at the end of the test, both of which are desirable from the point of view of the post-harvest of fruit and vegetables. The extension of the useful life of any horticultural product is of great value for practical use in the commercial field, and can be of vital help for the popularization of the offer and consumption of super sweet green corn cobs in the national territory.

Keywords: *Zea mays* L. var. *Saccharata*; Active packaging; minimally processed; Pellets.

4.1 INTRODUÇÃO

O milho verde no Brasil é de ampla aceitação pelo público, sendo popular em basicamente todas as regiões do país. Por se tratar de um produto com uma demanda nacional considerável, viabilizar o consumo de novos cultivares que possam agregar valor de venda em benefício ao produtor e ao comerciante, além proporcionar ao consumidor uma experiência sensorial diferenciada, torna-se interessante. Dentre os tipos de milho verde disponíveis, a variedade de genótipo *sh2*, conhecido como milho verde superdoce (TRACY, 1997), figura como produto exótico em seu consumo *in natura* no país. Apresentando gosto e textura próprios, essa variedade pode ficar estocada após processamento em condições refrigeradas por até 14 dias (BRECHT, 2016).

O desenvolvimento de embalagens biodegradáveis derivadas do amido de mandioca, com utilizações propícias para a conservação de alimentos, está atualmente em destaque em vários seguimentos industriais. Esse fato se deve à necessidade global da utilização de matérias primas que não sejam derivadas do petróleo, visando à sustentabilidade e a redução de resíduos não biodegradáveis gerados pelo descarte das embalagens. O amido é um polissacarídeo de amplo espectro para a fabricação de biopolímeros (FARIAS et al., 2016), biodegradável, renovável e de baixo custo, sendo notado por Sueiro *et al.* (2016) que a produção, caracterização e aplicação de embalagens à base de amido de mandioca têm apresentado resultados positivos para aplicações associadas aos argilominerais (PASSOS, 2015).

O processo de extrusão de fontes amiláceas é largamente empregado na agroindústria para alimentação humana e de animais (LOPES-DA-SILVA; SANTOS; CHOUPINA, 2015), assim como é o processo industrial rotineiramente aplicado para a produção dos plásticos sintéticos em geral (MARTINS, 2014). O processo de extrusão consiste na aplicação de forças de cisalhamento em conjunto com energia térmica e na presença plastificantes, que ocasionam o rompimento da estrutura granular do amido e muda radicalmente sua configuração estrutural, resultando em um material denominado amido termoplástico (ATP). O ATP pode ser utilizado na forma de péletes, permitindo o uso destes materiais como base inerte para a aplicação de princípios ativos (ALBUQUERQUE, 2019).

Outra forma de obtenção de materiais biodegradáveis ativos é a produção de filmes de amido. A técnica de *casting* consiste na utilização do amido em solução aquosa na presença de plastificante e com tratamento térmico, obtendo-se um material biodegradável maleável após o processo de secagem do solvente, o qual pode ser aplicado como embalagem primária de alimentos, por exemplo (GILES; WAGNER; MOUNT, 2005).

Dada as possíveis utilizações das embalagens biodegradáveis de amido, resultante do excedente de produção agrícola, a busca de alternativas de aplicação de tais materiais torna-se interessante para produtos frescos como o milho verde superdoce minimamente processado, auxiliando na popularização e viabilização deste na dieta da população. Dessa forma, o foco do desenvolvimento deste trabalho foi a obtenção de embalagens ativas a base de amido de mandioca, contendo nanoargilas zeólitas, permanganato de potássio e óleo essencial de tomilho como agentes ativos, e avaliação da influência destas embalagens na conservação de milho verde superdoce minimamente processado.

4.2. MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Processamento mínimo da hortaliça

O milho verde superdoce foi inteiramente cultivado na Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON), propriedade pertencente à UEPG, sendo a variedade escolhida *Thunder Attribute*, fornecida pela empresa Syngenta®, com o plantio realizado em dezembro de 2018. A polinização de espigas foi realizada manualmente, o que garante maior qualidade de espigas que são produzidas com o intuito de serem consumidas *in natura* (Figura 4.1). Os dias de polinização foram registrados para permitir a colheita em datas adequadas, não permitindo assim que o milho passasse do ponto de colheita (Figura 4.2). A colheita das espigas ocorreu em março de 2019, no estágio de maturação adequado para milhos a serem comercializados verdes (Figura 4.3).

Figura 4.1 – Polinização manual da planta de milho.



Fonte: O autor.

Figura 4.2 – Milho polinizado e devidamente datado.



Fonte: O autor.

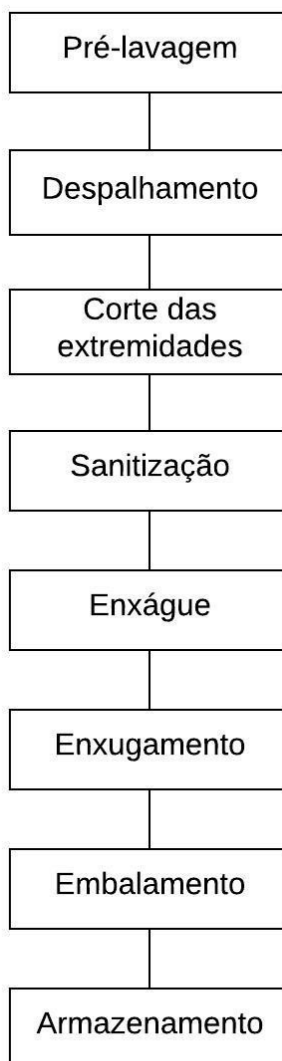
Figura 4.3 – Espiga de milho verde superdoce recém colhida.



Fonte: O autor.

O fluxograma disponível na Figura 4.4 ilustra a metodologia, adaptada de Mamede (2007), seguida para a obtenção do produto final minimamente processado a ser utilizado.

Figura 4.4 – Fluxograma do processamento mínimo utilizado para milho verde superdoce.



Fonte: Adaptado de Mamede (2007).

O processamento mínimo da hortaliça foi realizado imediatamente após a recepção da colheita (Figura 4.5). A etapa de remoção do calor de campo foi elaborada conforme metodologia utilizada por Sousa (2013), que utiliza a proporção de 1 kg de gelo para 3 kg de espigas, com a imersão em água das espigas e do gelo em caixa térmica, com o acondicionamento dessas espigas em torno de 0 a 2 °C e umidade relativa de 90 a 95%, sendo estes os parâmetros ideais para armazenamento do milho superdoce (PANTASTICO, 1975). A limpeza foi executada manualmente em todas as espigas (Figura 4.6) A seleção de espigas observou e segregou com atenção os milhos que se encontravam em estados inaceitáveis para o padrão comercial.

Figura 4.5 – Milho verde superdoce após colheita em campo.



Fonte: o autor.

Figura 4.6 – Execução do procedimento de remoção da palhada, restos do “cabelo” e demais impurezas das espigas.



Fonte: o autor

4.2.2 Obtenção das embalagens ativas

4.2.2.1 Péletes

A produção dos péletes se deu pelo uso da técnica de extrusão, utilizando extrusor (Ex-Micro Lab (Extec Máquinas). O amido de mandioca nativo (*Manihot esculenta* Crantz), proveniente da empresa Indemil (Paranavaí, Paraná, Brasil) foi extrusado na presença de glicerol, da marca Dinâmica (São Paulo, Brasil) que atuou como plastificante, de acordo com a formulação apresentada no Quadro 4.1. O extrusado foi então cortado em formato de péletes. Após a produção do extrusado em formato de pélete, foi realizada a borrifação destes com solução aquosa de permanganato de potássio em concentração de 10% (Sigma Aldrich-USA) (Figura 4.7). Após a secagem da solução (Figura 4.8), os péletes foram alocados em invólucros de tecido, cortados e selados em sachês de conteúdo proporcionais de 5 g de péletes ativos em cada sachê.

Quadro 4.1 – Formulação dos péletes.

Componentes	Proporções (g/1000g)
Amido	800
Glicerol	200

Fonte: o autor.

Figura 4.7 – Péletes extrusados. Ao lado, solução de permanganato de potássio e borrifador para aplicação.



Fonte: O autor.

Figura 4.8 – Péletes extrusados e aspergidos com solução de permanganato de potássio.



Fonte: O autor.

4.2.2.2 Filmes de amido

O procedimento de obtenção de filmes consistiu na aplicação da solução filmogênica em superfície seguida de secagem, sendo essa técnica conhecida como *casting*. A metodologia aplicada foi de maneira análoga com as já preconizadas nos referenciais teóricos recentes que fazem uso da mesma, tais como os trabalhos de Bertuzzi, Gottifredi e Armada (2012) e Menzel (2015). Faz-se importante destacar que o cumprimento da técnica prosseguiu com as devidas adaptações necessárias para a escala e insumos definidos nos experimentos.

O filme foi elaborado a partir da mistura manual dos componentes da formulação submetidos ao aquecimento constante até atingir a temperatura de 95 °C (Figura 4.9), sendo posteriormente resfriado até a temperatura de 40 °C e vertido sob as placas de poliestireno expandido (ISOPOR®), sendo condicionados em estufa tipo B.O.D. em temperatura de 25±2 °C para secagem (Figura 4.10).

Cada bandeja teve cerca de 22 g de solução filmogênica aplicada. Para a amostra contendo óleo essencial de tomilho (T), este foi adicionado ao final da etapa de resfriamento da solução filmogênica, evitando perdas por influência da temperatura. A produção de filmes de amido de mandioca Controle e com a inclusão dos ativos (nanoargila zeólita (Sigma Aldrich, EUA) e óleo essencial de tomilho (Quinarí, Brasil) se deu por meio das formulações descritas no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Componentes do filme de amido controle (C), com adição de nanoargila zeólita (Z) e com adição de óleo essencial de tomilho (T).

Formulações	Amido (g.100g^{-1})	Glicerol (g.100g^{-1})	Zeólita (g.100g^{-1})	OET (g.100g^{-1})*
C	3,30	0,66	0,00	0,00
Z	3,44	0,66	1,03	0,00
T	3,44	0,66	0,00	0,50

*OET – Óleo essencial de tomilho.

Fonte: o autor.

Figura 4.9 – Etapa de preparação da solução filmogênica.



Fonte: O autor.

Figura 4.10 – Processo de secagem dos filmes em estufa tipo B.O.D.



Fonte: O autor.

4.2.2.3 Aplicação dos tratamentos na embalagem de milho verde superdoce

As amostras de milho verde superdoce, após o processo de sanitização e enxague, foram condicionadas nas bandejas de poliestireno expandido (2-3 espigas por embalagem) com os diferentes tratamentos (Tabela 4.1) aplicados na base da bandeja, com a amostra de milho sobre a camada amiloplástica. As bandejas foram então envoltas em filme de PVC e condicionadas sob refrigeração (4-7 °C), sendo as alterações físico-químicas avaliadas até o momento que a hortaliça se mostrasse inviável para o consumo, devido a visível grau de perecibilidade elevada. Todas as análises foram realizadas em triplicata para cada tratamento. Com o objetivo de simular o condicionamento comercial das amostras, não foi empregado nenhum método de controle da umidade durante o armazenamento das amostras sob refrigeração.

Tabela 4.1 – Embalagens avaliadas para o acondicionamento de MSMP.

Amostras	Compostos ativos
C	Sem ativos
T	Óleo essencial de tomilho
ZP	Filme de amido contendo nanoargilas zeólitas + sachê contendo permanganato de potássio
P	Sachê contendo permanganato de potássio
Z	Filme de amido contendo nanoargilas zeólitas

Fonte: o autor.

4.2.3 Análises físico-químicas das amostras

4.2.3.1 Perda de massa

A perda de massa (PM) das amostras foi realizada por meio de pesagens sucessivas de uma mesma unidade de bandeja lacrada de cada tratamento (C, T, ZP, P e Z). Os resultados foram apresentados como % de perda de massa da massa total da embalagem com o produto.

4.2.3.2 Determinação de umidade

A avaliação do teor de umidade (U) foi realizada em triplicata para todas as amostras, com cada amostra sendo processada em pequenos pedaços. A determinação de umidade ocorreu em estufa com temperatura constante de 105 °C. O cálculo da porcentagem de umidade foi obtido mediante a pesagem em balança gravimétrica da massa seca e sua comparação com o valor da massa inicial, em acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.2.3.3 Acidez total titulável

Para a realização das análises de acidez, 10 g do conteúdo de milho verde superdoce foram triturados e diluídos em 100 ml de água. A acidez total titulável (ATT) foi calculada mediante a titulação da solução com NaOH 0,1 M até o ponto de viragem, de acordo com recomendações do Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em % (g/100 ml) de ácido málico, conforme se é recomendado e utilizado na bibliografia nas análises de milho (MAMEDE et al., 2015; PERFEITO et al., 2017).

4.2.3.4 Teor de sólidos solúveis (°Brix)

A avaliação de graus Brix foi realizada de acordo com o recomendado por manuais de referência acadêmica norte americana (BUMGARNER; KLEINHENZ, 2012), onde efetuou-se a avaliação por refratometria dos grãos localizados no terço central da espiga. Essa porção mediana selecionada foi então espremida com utensílio apropriado e o seu sumo foi avaliado em refratômetro de bancada (Figura 4.11), procedendo-se então a mensuração em equipamento calibrado (Modelo Abbe, Marca RTA-100). O ensaio foi realizado em triplicata.

Figura 4.11 – Análise de graus Brix de milho verde superdoce.

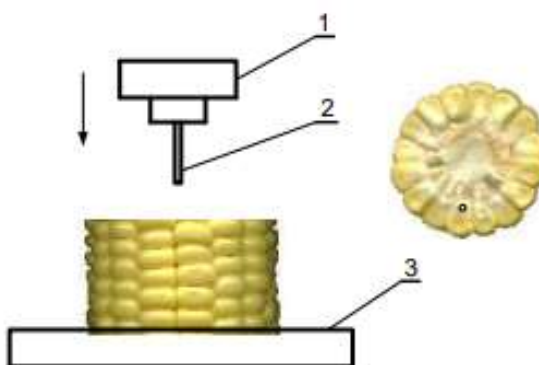


Fonte: O autor.

4.2.3.5 Teste de firmeza

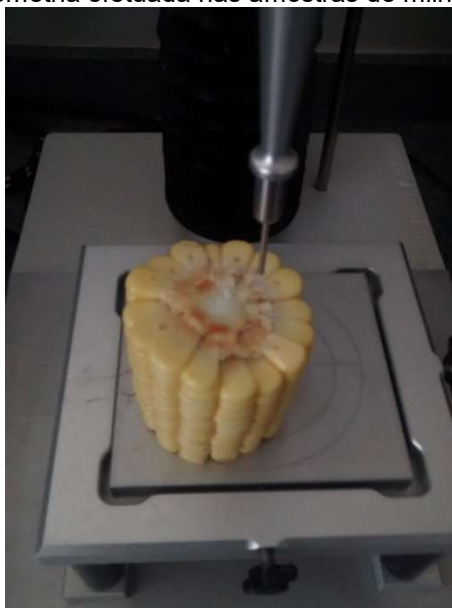
A avaliação de firmeza foi realizada em texturômetro TA.TX Plus (Stable Micro System) com *probe* de 2mm do tipo P/2 (Stable Micro System), por meio de ensaios de penetração mecânica, avaliando o parâmetro da dureza (N/m^2), quantitativamente nas amostras testadas (NISHINARI et al., 2013). O ponto de inserção do *probe* foi realizado conforme a recomendação para milho verde de categoria doce de Szymanek et al. (2006) (Figuras 4.12 e 4.13). Foram adotadas velocidade do teste de 1 mm/s e massa aplicada no *probe* de 5 g.

Figura 4.12 – Representação ilustrativa da aplicação do teste de firmeza em amostras de milho verde. Na imagem, 1 representa o local de inserção do probe, 2 representa o probe e 3 representa a base de apoio da amostra de milho. Na foto ao lado com corte transversal visto de cima, temos a amostra de milho com o ponto de inserção da ponta do probe representado.



Fonte: SZYMANEK et al., 2006

Figura 4.13 – Análise de texturometria efetuada nas amostras de milho verde superdoce.



Fonte: O autor.

4.2.4 Caracterização centesimal das amostras de milho verde superdoce

4.2.4.1 Determinação de Lipídeos

Aproximadamente 5 g de amostra foram pesados e procedeu-se a extração do conteúdo lipídico das amostras pela metodologia proposta por Soxhlet, durante 3 horas, utilizando-se éter de petróleo como solvente (BioTec, São Paulo, Brasil). (IAL, 2008).

4.2.4.2 Determinação de Resíduo Mineral (cinzas)

Foram adicionadas aproximadamente 2 g de amostra em cadinhos vazios, previamente tarados, sendo as amostras previamente incineradas em bico de Bunsen e na sequência, transferidas para a mufla (modelo 216, Fornitec, São Paulo, Brasil) em temperatura de 550 ° C. A análise foi realizada em triplicata para cada amostra e o resultado expresso em % m/m de minerais totais (IAL, 2008).

4.2.4.3 Determinação de Proteína Bruta

A determinação de proteínas brutas foi realizada pelo método de Kjeldahl (nitrogênio total) (IAL, 2008), utilizando-se fator de conversão de nitrogênio em proteína utilizado de 6,25. A análise foi realizada em triplicata.

4.2.4.4 Teor de Açúcares Totais e Redutores

A determinação dos açúcares redutores (AR), consiste na quantificação de monossacarídeos como a glicose e frutose em conjunto com alguns dissacarídeos como a maltose e a lactose e dos açúcares não-redutores como a sacarose. A determinação de açúcares totais (AT) engloba toda a quantia de açúcares existente nas amostras, e sacarose (S) engloba a quantia de sacarose nas amostras (DEMIATE et al., 2002).

A condução metodológica adotada para a leitura destes açúcares foi por meio da técnica de Glicose Oxidase (GOD) e Somogyi-Nelson (SN), executando a leitura de absorbância dos açúcares totais e açúcares redutores. Açúcares redutores são obtidos pelo cálculo da diferença de açúcares totais e redutores (DEMIATE et al., 2002).

Para a leitura dos valores de açúcares totais, a amostra foi diluída (50 vezes) mensurada em espectrofotômetro Uvmini-1240 (Shimadzu), sob a comprimento de onda de 520 nm. Para a obtenção dos valores de açúcares redutores totais (ART), as amostras foram diluídas 500 vezes.

A obtenção de sacarose (S) se deu por meio da diferença entre os valores de açúcares totais e açúcares redutores. A obtenção destes valores observados é comparada com os valores apresentados na literatura.

4.2.4.5 Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio de testes de significância (Teste de Tukey - 5% de significância) para avaliar a diferença estatística entre as comparações múltiplas de médias obtidas nos tratamentos (BANZATTO; KRONKA, 2006). Os resultados da avaliação estatística foram tabulados no *software Excel 2013* (Microsoft,

USA), calculados por meio do *software Statistica 7.0* (Statsoft, USA) e plotados graficamente com *OriginLab* (OriginLab Corporation, USA).

4.2.4.6 Análise agronômica

Por conta do acompanhamento que se teve em campo do produto a ser testado no presente trabalho, optou-se também por se conduzir uma análise agronômica que pudesse levar em conta aspectos do plantio passíveis de afetar a qualidade da hortaliça durante a pós-colheita. Os campos de plantio foram acompanhados, ocorrendo o registro de fatores climáticos como velocidade dos ventos, umidade e temperatura (Anexo A) bem como se fez o monitoramento de indícios de questões fitotécnicas, mediante materiais bibliográficos modernos relativos à cultura do milho (CIAMPITTI, 2015; COSTA; CASELA; COTA, 2019; JACCOUD; JULIATTI, 2012; MACHADO, 2016; SABATO; FERNANDES, 2014; WORDELL FILHO et al., 2016).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Considerações agronômicas sobre o cultivo do milho verde superdoce

Durante o desenvolvimento do trabalho, as etapas do plantio, polinização e colheita do milho verde superdoce híbrido foram também acompanhadas. Nesse sentido, pode ser observada uma baixa qualidade sanitária de boa parte das espigas obtidas, onde durante a realização da colheita das espigas de milho foi necessário rejeitar as espigas com sinais nítidos de dano fitossanitário ou fora do padrão comercial aceitável.

A inspeção visual das espigas apontou a presença frequente de bolores brancos e cinzentos na espiga, bem como palhada envolta da espiga, os quais são provenientes de ataque fúngico. Também se evidenciou a presença de espigas com mau desenvolvimento em comprimento e espessura. Fatores climáticos monitorados: época de pendoamento, embonecamento e polinização contribuíram fortemente para ambas as situações verificadas (Anexo A). Dentre os fatores citados, as temperaturas médias, umidade relativa do ar, velocidade do ar e milímetros de chuva mensurados

durante os meses em que a cultura esteve em campo (da semeadura em 14/12/2018 até a colheita no dia 15/03/2019) podem ser visualizadas no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 – Temperaturas médias mensais e pluviosidade total obtidas durante o período de plantio do milho verde superdoce.

Meses	Temperatura média mensal (°C)	Média da umidade relativa do ar (%)	Média da velocidade de ventos (km/h)	Pluviosidade total do mês (mm)
Dezembro/2018	22,1	76,3	7,7	122,2
Janeiro/2019	22,7	82,1	7,1	204
Fevereiro/2019	20,5	84,1	7,4	139,8
Março/2019	20,3	84,6	8	177,8

Fonte: o autor.

O excesso de chuvas prejudica a efetuação da polinização por completo, tornando as ponteiros do milho estéreis, sendo a severidade dessa condição variável, mas podendo ser visualizada de várias maneiras em campo. Doenças fúngicas diversas, como do colmo ou foliares, foram observadas, mas de forma pouco significativa, sendo o que os fitopatógenos de espigas foram o problema de maior presença constatada em campo.

A gravidade da situação foi devidamente avaliada somente após a etapa de pós-colheita, com a limpeza e preparação de espigas para o embalamento, aonde se pode testemunhar danos fúngicos razoáveis na parte interna da palhada e nos grãos de milhos. De forma geral, existiu uma abrangência global de presença do fungo em todas as espigas, em alguns casos em caráter diminuto ou pouco significativo e em outros de maneira que recobria totalmente as frutificações granulares ou em tal quantidade que a espiga aberta revelava odores marcantes de podridão e bolor.

A anormalidade observada nas espigas do milho caracterizada como falta de grãos (também conhecida como baixa granação) principalmente na ponta da espiga, é resultado de falhas na polinização (Figura 4.14) (CIAMPITTI, 2015). Antes, durante e após o período de polinização do milho (de 13 a 19 de fevereiro de 2019) houve uma alta concentração de pluviosidade, totalizando 44,8 mm de chuva somente nestes dias (mais de 30% por cento do total de pluviosidade mensurada durante o mês). O excesso de chuvas é reportado como sendo um fator prejudicial para a

polinização do milho, pois a chuva “lava” o pólen, impossibilitando a fertilização no estigma de forma adequada (MACHADO, 2016).

Figura 4.14 – Milho verde superdoce apresentando granação irregular devido a falhas na polinização.



Fonte: O autor.

De maneira geral, os fungos tendem a ser favorecidos em condições de alta umidade (perto do nível de saturação), em conjunto com temperaturas que variam de 0 a 35 °C, sendo a faixa ideal de 20 a 30 °C (MARIA; MORAES; PAES, 2010). Mediante análise das espigas contaminadas, conferência de dados climatológicos e levantamento de doenças de espiga de milho no território brasileiro, verificou-se a presença de sinais e sintomas comuns para as seguintes doenças: Podridão vermelha da espiga (*Gibberella zeae*), podridão branca da espiga (*Stenocarpella maydis* e *Stenocarpella macrospora*) e podridão rosada da espiga (*Fusarium* spp.).

O hábito de infecção do patógeno (*Gibberella zeae*) costuma atingir a ponta da espiga, tornando a cor dos grãos e da palha da espiga em um tom avermelhado (SABATO; FERNANDES, 2014). Essa sintomatologia específica apresentou-se de forma muito numerosa no local de plantio, sendo consistente com o paralelo reportado na bibliografia, que associa a podridão rosada da espiga com climas amenos com alta umidade relativa, com ocorrência testemunhada em condições de altas precipitações pluviométricas após a polinização (WORDELL FILHO et al., 2016).

As espécies *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. também são agentes causais frequentes de podridões semelhantes, sendo sua frequência de caráter ocasional

(COSTA; CASELA; COTA, 2019), podendo portanto também ter integrado o conjunto de fitopatologias que depreciaram o lote utilizado no projeto. Quando ocorre a proliferação de fungos causadores de podridão em espigas, denominam-se os grãos proveniente destas como grãos ardidos, que são identificados pela coloração que varia entre marrom claro, marrom escuro, roxo, vermelho claro e vermelho escuro (COSTA; CASELA; COTA, 2019; WORDELL FILHO et al., 2016), algo que também foi observável no material coletado (Figura 4.15).

Figura 4.15 – Ocorrência de podridão fúngica concentrada na ponta de espiga de milho verde superdoce. A extremidade também apresenta uma polinização deficiente.



Fonte: O autor.

O controle de doenças da espiga pode ser obtido por meio de cuidados na colheita, tratamento de sementes e seleção de cultivares com boas características para a resistência contra esse tipo específico de doença (por exemplo, apresentar bom empalhamento e hábito de maturação pendente) (JACCOUD; JULIATTI, 2012). Tendo em vista a questão fitopatológica, recomenda-se a rotação de culturas para diminuir o inóculo existente local de plantio, uma vez que os patógenos descritos sobrevivem em restos culturais do milho (SABATO; FERNANDES, 2014).

Uma vez que as principais doenças de espiga resistem em restos culturais infectados, é recomendável evitar novos plantios sobre parcelas já previamente infectadas. Tratamentos com fungicidas e sementes saudáveis são também aplicados como medida preventiva. Até o momento, não existem híbridos resistentes ao fungo da *Gibberella* e da *Stenocarpella* disponíveis no mercado (WORDELL FILHO et al., 2016). A área produtiva de milho verde superdoce foi, adicionalmente, utilizada para

a produção de minimilho, os quais não sofreram nenhum tipo de dano de caráter fitossanitário, uma vez que estes foram colhidos uma semana antes dos dias de polinização, “escapando”, portanto da janela de contágio propiciada pela umidade e temperatura durante a semana de polinização.

4.3.2 Caracterização centesimal

As análises de proteína bruta, cinzas e lipídios trouxeram os resultados mostrados no Quadro 4.4, para a variedade *Thunder Attribute* de milho superdoce.

Quadro 4.4 - Composição centesimal das amostras de milho verde superdoce.

Componentes	Teor % (m/m; b.s.)
Proteínas	11,6 %
Lipídios	8,1 %
Cinzas	2,6 %

Fonte: O autor.

Os valores nutricionais em base seca demonstram compatibilidade com demais valores que aparecem em referências internacionais, principalmente no que diz respeito às médias da literatura que apresentam 14,5 % (m/m) de proteínas para o tipo superdoce, sendo comprovado o apelo nutricional de ser um milho com valor protéico acima da média dos milhos comuns (MARTIN; DALOZ; VÉLEZ, 1978).

4.3.3 Influência das embalagens ativas nas amostras

Os dados de umidade das amostras de milho superdoce durante seu armazenamento refrigerado são mostrados na Tabela 4.2. Os resultados foram estatisticamente semelhantes, com uma leve tendência ao ganho de umidade pelas amostras durante seu armazenamento, com resultados variando de 65,7% e 68% (dia 1) e 72,7% e 74,5% (dia 20) para as amostras C e T, respectivamente. Comparativamente, esse valor é similar aos observados nos demais trabalhos pertinentes a esse tipo de produto olerícola. Em três diferentes tipos de híbrido de milho, a umidade do milho refrigerado oscilou entre 62,89% e 70,54%, não ocorrendo

diferença significativa entre as umidades avaliadas em seis dias de armazenamento (LEME, 2007).

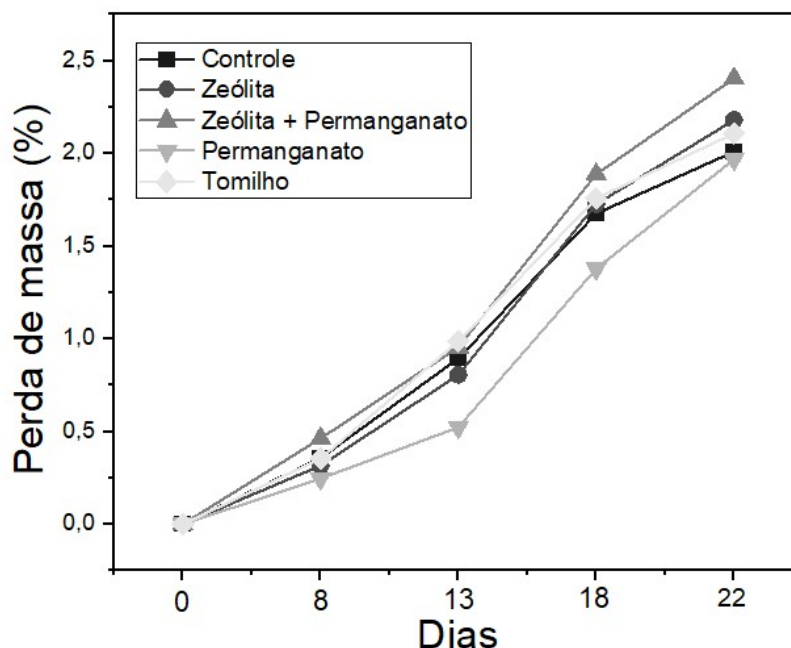
Tabela 4.2 – Resultados da análise de umidade de MSMP com diferentes tratamentos.

Amostras	Umidade (%) durante o armazenamento				
	1º dia	5º dia	10º dia	15º dia	20º dia
C	65,7 ± 7 ^{aA}	68,3 ± 2,4 ^{aA}	67,3 ± 5,4 ^{aA}	72,3 ± 2,6 ^{aA}	72,7 ± 1,5 ^{aA}
T	69 ± 1 ^{aAB}	73,1 ± 2,2 ^{aAB}	64,5 ± 5,1 ^{aB}	71,7 ± 3,2 ^{aAB}	74,5 ± 2,6 ^{aA}
ZP	66,4 ± 4,6 ^{aA}	71,1 ± 1,5 ^{aA}	63,7 ± 8,5 ^{aA}	64,9 ± 1 ^{aA}	72 ± 1,2 ^{aA}
P	67,4 ± 3 ^{aAB}	71,1 ± 1,7 ^{aA}	63,3 ± 2,4 ^{aB}	69,5 ± 3,4 ^{aA}	72,5 ± 1,4 ^{aA}
Z	68,3 ± 1,1 ^{aA}	68 ± 1,5 ^{aA}	59,8 ± 5,2 ^{aB}	67,7 ± 3,7 ^{aA}	74 ± 1,6 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

Os resultados observados para a perda de massa das amostras embaladas são mostrados na Figura 4.16. A perda de massa registrada no final da vida útil do milho verde superdoce variou entre 1,7 e 2,3 %, sendo o maior valor registrado para a amostra contendo zeólita e permanganato (ZP). As amostras controle (C) e do tratamento com permanganato (P) demonstraram superioridade na conservação de massa das espigas de milho verde superdoce. A utilização do permanganato como potencial conservante no quesito da preservação de massa de produtos hortigranjeiros é largamente estudada em diferentes estudos (ELZUBEIR et al., 2018; SILVA et al., 2009a).

Figura 4.16 – Avaliação gráfica da perda de massa de MSMP sob diferentes tratamentos.



Fonte: O autor.

A análise de acidez total titulável revelou diferenças estatisticamente significantes entre as amostras (Tabela 4.3), onde a embalagem ZP apresentou o maior valor neste parâmetro, quando comparada às demais, no décimo dia. Isso mostra que a associação entre os ativos nanoargila zeólita e permanganato de potássio (amostra ZP) não foi eficiente em manter a massa e a acidez total das amostras durante seu condicionamento.

A amostra controle (C) revelou-se com acidez ligeiramente superior àquelas registradas para os outros tratamentos ao final do experimento. Os tratamento T e Z apresentaram contínuo crescimento dos valores de acidez, atingindo valores de $3,33 \pm 0,83 \%$ e $2,40 \pm 0,36 \%$, respectivamente, no vigésimo dia de análise.

A amostra P mostrou-se eficiente no controle da ATT, registrando acidez inferior a todos os outros tratamentos (mais evidente no décimo dia de experimento). Para o tratamento T, os menores valores de acidez foram registrados durante o décimo dia de armazenamento.

Processos pertinentes à colheita do produto bem como sua refrigeração são passíveis de afetar valores acidez (MAITI, R.K., N.C. SARKAR, 2006). Os resultados apontaram para um melhor desempenho das embalagens ativas no controle de ATT, quando comparadas ao controle, na manutenção dos níveis de acidez das amostras de milho verde superdoce, com especial destaque aos tratamentos P e Z.

Esse tipo de observação é interessante, uma vez que se observa o aumento da acidez durante o processo de degradação de alimentos, sendo que a elevação do teor de acidez (acarretando na redução do valor de pH) é congruente com o acréscimo das contagens microbiológicas em milhos do tipo superdoce já é uma relação previamente documentada (CAMACHO et al., 2001; MAMEDE et al., 2015).

Tabela 4.3 – Resultados da acidez total titulável de MSMP com diferentes tratamentos.

Amostras	Acidez total titulável (% de ácido málico) durante o armazenamento				
	1º dia	5º dia	10º dia	15º dia	20º dia
C	1,20±0,06 ^{aB}	1,10 ± 0,05 ^{aB}	1,87 ± 0,02 ^{bB}	3,00 ± 0,04 ^{bA}	3,70 ± 0,70 ^{aA}
T	1,24 ± 0 ^{aBC}	0,84± 0,03 ^{bC}	1,04 ± 0,03 ^{cBC}	2,10 ± 0,10 ^{cB}	3,33 ± 0,83 ^{abA}
ZP	1,14 ± 0 ^{aC}	1,25 ± 0,07 ^{aC}	2,45 ± 0,03 ^{aB}	3,57 ± 0,22 ^{aA}	3,36 ± 0,16 ^{abA}
P	1,15 ± 0,03 ^{aC}	1,12 ± 0,07 ^{aC}	1,95 ± 0,05 ^{bB}	2,35 ± 0,03 ^{cA}	2,34 ± 0,14 ^{bA}
Z	1,22 ± 0,01 ^{aB}	1,23 ± 0,11 ^{aB}	2,28 ± 0,15 ^{aA}	2,32 ± 0,10 ^{cA}	2,40 ± 0,36 ^{abA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

Notavelmente, outros trabalhos que empregam óleo essencial de tomilho em tratamento de recobrimento não demonstram diferenças significativas dos valores de acidez (NABIFARKHANI et al., 2015), sendo portanto, uma observação inusitada do presente trabalho em que se percebe a ação do óleo essencial de tomilho na ATT, quando este é aplicado como filme no interior da embalagem.

A análise do teor de sólidos solúveis (°Brix) demonstrou que o grupo controle (C) apresentou menores valores mensurados ao décimo dia de experimento (Tabela 4.4) quando comparado aos outros tratamentos. De forma geral, observou-se a manutenção dos valores do teor de sólidos solúveis das embalagens ativas durante o armazenamento, sem influência do tratamento aplicado e do tempo de armazenamento.

Os valores obtidos indicam uma superioridade da utilização da refrigeração na estocagem de milho superdoce quando comparado, por exemplo, à estocagem em temperatura ambiente, onde os valores sofrem reduções significativas do teor de sólidos solúveis em um período de 72 horas, fato este comprovado para o milho do tipo doce *Zea mays* convar. *saccharata* rugosa (PANCHAL; PATEL; KHIMANI, 2017).

Tabela 4.4 – Resultados do teor de sólidos solúveis (°Brix) das amostras de MSMP com diferentes tratamentos.

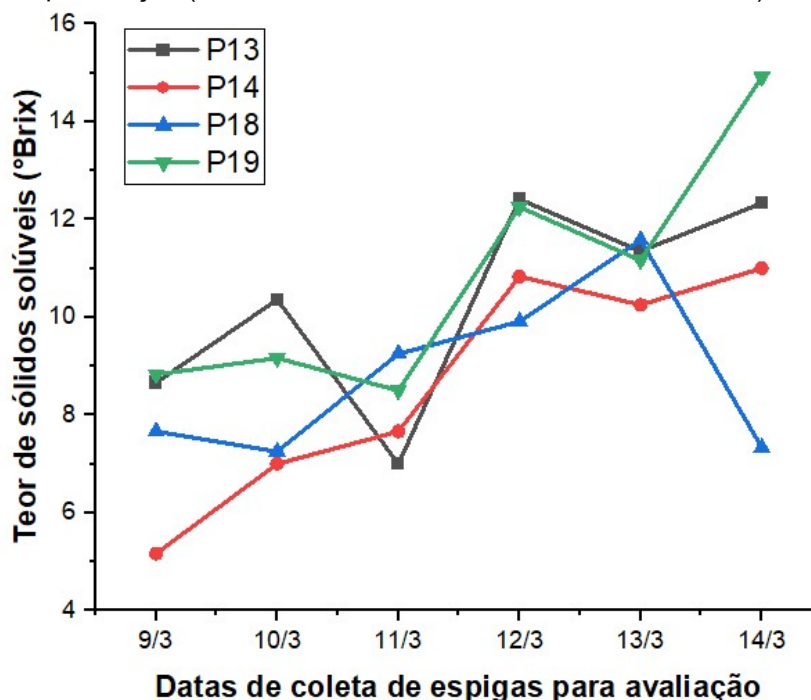
Amostras	Teor de sólidos solúveis (°Brix) durante o armazenamento				
	1° dia	5° dia	10° dia	15° dia	20° dia
C	8 ± 4,7 ^{aA}	9,5 ± 3,3 ^{aA}	6,5 ± 1,1 ^{bA}	10,1 ± 0,3 ^{aA}	10,6 ± 1,1 ^{aA}
T	10,2 ± 1,2 ^{aA}	10,3 ± 1,9 ^{aA}	9,2 ± 1,5 ^{abA}	9 ± 1,2 ^{aA}	11,1 ± 0,8 ^{aA}
ZP	10,4 ± 1,5 ^{aA}	10,6 ± 1,7 ^{aA}	10,4 ± 1,1 ^{aA}	9,7 ± 0,9 ^{aA}	10,1 ± 0,8 ^{aA}
P	10,3 ± 1,4 ^{aA}	8,7 ± 1,6 ^{aA}	11 ± 1 ^{aA}	9,7 ± 1,7 ^{aA}	10 ± 1,5 ^{aA}
Z	11,9 ± 1,6 ^{aA}	5,9 ± 1,6 ^{aB}	11 ± 0,8 ^{aA}	9,8 ± 0,9 ^{aA}	11,8 ± 0,9 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$).

Como meio para assegurar a colheita adequada do milho, foi realizada a avaliação do teor de sólidos solúveis de espigas trazidas do campo de produção, durante o desenvolvimento da espiga, nos dias anteriores a colheita com os valores plotado em gráfico cinético (Figura 4.17). Positivamente, o milho polinizado no dia 19 de fevereiro (P19) obteve os maiores valores de sólidos solúveis, sendo, portanto, as plantas polinizadas nessa data prioritariamente colhidas durante a etapa de colheita das amostras, executada no dia 15/03 (um dia após a última avaliação ilustrada no gráfico).

O intervalo D.A.P. (dias após a polinização) para o milho verde de tipo superdoce é de 18 a 25 dias (SAWAZAKI; POMMER; ISHIMURA, 1979), sendo portanto, um intervalo de tempo compatível, como demonstrado pelo gráfico elaborado com todas as datas de polinização. Como resultado, as amostras de milho verde superdoce com valores de sólidos solúveis em ascensão no dia anterior à colheita foram obtidas, com apenas as plantas P18 apresentando notável queda no último de amostragem, apesar do constante crescimento no decorrer da avaliação experimental.

Figura 4.17: Gráfico descritivo dos valores de graus Brix diários das espigas de plantas de milho sob diferentes datas de polinização (P13: 13/02, P14: 14/02, P18: 18/02, P19: 19/02).



Fonte: o autor.

O teor de açúcares totais, açúcares redutores e os índices de glicose são apresentados na Tabela 4.5. Na bibliografia, a glicose, frutose, maltose e sacarose constam como os açúcares mais presentes no milho superdoce, sendo os valores de sacarose muito superiores aos dos demais açúcares redutores. Os resultados observados para o teor de sacarose do presente trabalho apresentaram, portanto, coerência com o que se tem no referencial teórico (FERGUSON; DICKINSON; RHODES, 1979).

Uma tendência a menores valores de açúcares totais, redutores e sacarose foram observados para as amostras do grupo de Controle. Estatisticamente, as embalagens não demonstraram eficiência mediante os parâmetros adotados na avaliação estatística. Milhos possuem uma pré-disposição natural relativa aos teores de açúcares, sendo a temperatura um fator crucial na manutenção dos teores de açúcar (NUNES et al., 2013).

Os dados bibliográficos levantados indicaram teores de açúcares em milho superdoce em base úmida, onde apresentaram 8,62 % de açúcares totais, 1,29 % de açúcares redutores, 0,5 % de frutose, 0,8 % de glicose e 7,33 % de sacarose (KIENTZ, 1965). O trabalho, portanto, promove a informação referente a diferenciação de

açúcares em base seca de um cultivar nunca antes pesquisado em tal finalidade, sendo portanto inovador nesse aspecto.

Tabela 4.5 – Resultados da análise de açúcares redutores das amostras de MSMP com diferentes tratamentos.

Amostras	20° dia de armazenamento			
	Açúcares Totais (%)	Açúcares redutores (%)	Sacarose (%)	Glicose (%)
C	16 ± 1 ^a	2,8 ± 0 ^a	13,3 ± 1 ^a	1 ± 0,5 ^a
T	28 ± 1,7 ^a	6,6 ± 0,4 ^a	21,4 ± 2,2 ^a	1,6 ± 1 ^a
ZP	23,8 ± 8,7 ^a	4,8 ± 0,1 ^a	19 ± 8,5 ^a	1 ± 0,3 ^a
P	39,1 ± 16,7 ^a	5,6 ± 0 ^a	33,6 ± 16,7 ^a	2,2 ± 0,9 ^a
Z	35,7 ± 7,6 ^a	4,7 ± 2,7 ^a	31 ± 5 ^a	2 ± 0,4 ^a

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$).

A firmeza das amostras durante seu condicionamento refrigerado é apresentado na Tabela 4.6. Ao décimo dia, é possível notar a ocorrência do auge dos valores de firmeza, uma vez que todos os tratamentos avaliados apresentam o maior valor classificado estatisticamente quando comparado aos demais (Tabela 4.6 - colunas). Dessa forma, o enrijecimento dos grãos foi observado ao décimo dia, o qual pode ter ocorrido por conta do endurecimento da estrutura de recobrimento do grão, conhecida como pericarpo, algo comum para os cultivares de milho doce e ao qual a variedade superdoce poderia ser incluída (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007). Também foi possível observarum decréscimo dos valores de firmeza em todos os tratamentos quando comparados o décimo quinto dia com o décimo dia (Tabela 4.6).

Tabela 4.6 – Resultados da análise de firmeza das amostras de MSMP sob diferentes tratamentos.

Amostras	Análise dos testes de firmeza durante o armazenamento				
	1	5	10	15	20
C	540,7±40,4 ^{bcBC}	604,4±40,5 ^{aAB}	701,3±113,4 ^{aA}	553,3±77,8 ^{abBC}	426,2±112,6 ^{bC}
T	494,8±46,6 ^{cA}	578,2±147,2 ^{aA}	603,8±126,9 ^{aA}	573,2±88,3 ^{abA}	658,9±175,3 ^{aA}
ZP	513,4±32,6 ^{bcB}	654,4±142,4 ^{aAB}	840,2±149,0 ^{aA}	499,6±104,0 ^{bB}	614,1±167,12 ^{abB}
P	641,0±87,9 ^{aA}	584,0±85,1 ^{aA}	714,1±240,2 ^{aA}	636,2±80,8 ^{aA}	557,99±47,3 ^{abA}
Z	604,2±76,5 ^{abABC}	535,2±108,7 ^{aBC}	697,7±89,3 ^{aA}	497,0±127,3 ^{bC}	660,9±121,3 ^{aAB}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$).

Nas demais avaliações, observa-se grande variabilidade de dados, com o grupo de controle (C) figurando ao final do ensaio (20° dia) com os menores valores de firmeza registrados, enquanto os valores dos tratamentos com zeólita (Z) indicaram um acréscimo nas avaliações de firmeza. Os tratamentos de zeólita associada com permanganato (ZP) e óleo essencial de tomilho (T) permaneceram estatisticamente não alterados e apontam para a não influência destes nas embalagens ZP e T.

Adicionalmente à hipótese de processo natural do enrijecimento de pericarpo (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007) ocorre a perda de massa da amostra, uma vez que a bibliografia informa que as propriedades texturais do grão de milho podem ser afetadas por fatores como umidade, além do tempo e propriedade anatômicas do grânulo (SZYMANEK et al., 2006).

A textura dos grãos de milho é associada à presença dos compostos de amido e açúcares, corpos proteinados, matriz proteica e grânulos amiláceos bem organizados no endosperma (ZHANG; GAO; DONG, 2011). A perda de firmeza e envelhecimento nos vegetais pode ser relacionada com os resultados obtidos no experimento, uma vez que se verifica essa condição em trabalhos com maçã do tipo “Fuji Suprema”, onde a perda de massa é proporcional à redução da firmeza de polpa para todos os tratamentos (BARRETO et al., 2016).

O fator do tempo também costuma implicar em uma redução de valores de firmeza com o decorrer do armazenamento, tal como se foi verificado em bananas ‘Prata’ submetidas a diferentes tratamentos químicos (MARTINS et al., 2009). Também se constata a ocorrência de perda de firmeza em diferentes tratamentos de películas de recobrimento em maçãs, onde a firmeza progressivamente diminui para todos os tratamentos com o passar do tempo (FONTES et al., 2008). O tratamento C

pode então ser considerado como a opção menos interessante para a conservação da firmeza do produto, mediante as respostas obtidas.

4.4 CONCLUSÃO

Com a utilização bem-sucedida das soluções filmogênicas e dos sachês manufaturados com péletes biodegradáveis, observou-se uma situação favorável ao emprego destas tecnologias em milho superdoce minimamente processado, com grande vislumbre para o futuro do desenvolvimento tecnológico sustentável ecologicamente. Os dados obtidos no acompanhamento das amostras de milho verde superdoce, embaladas com os diferentes tratamentos, indicaram superioridade para o tratamento C e com permanganato (P) na manutenção da massa das amostras condicionadas.

O grupo Controle teve um perceptível aumento de acidez quando comparado com os demais tratamentos, sendo registrados perfis de acidez em todas as amostras. O teor de sólidos solúveis e análise de açúcares totais, redutores e não redutores mostram uma tendência a menores valores destes parâmetros notados para a amostra Controle, indicando uma menor eficiência na manutenção destes parâmetros.

O fenômeno referente ao endurecimento de grãos, que foi avaliado por análises de firmeza, pode demonstrar um melhor desempenho geral com a aplicação de embalagens ativas, uma vez que a firmeza é inferior no controle ao final da avaliação do experimento, o que indica a conservação das características físicas mais tenras do grão de milho verde superdoce quando foram aplicados tratamentos ativos.

A sistematização de um perfil avaliativo da firmeza dos grãos de milho verde superdoce foi desenvolvida satisfatoriamente, uma vez que se não é encontrado na bibliografia nacional nenhuma referência para o material analisado. Dessa forma, devem-se proceder mais testes que levem em consideração maiores concentrações de materiais ativos, visando futuros tratamentos aplicados comercialmente na conservação pós-colheita da olerícola do milho verde superdoce minimamente processado.

Ainda que o presente trabalho não foque estritamente em aspectos agronômicos da cultura estudada, este acabou por fornecer relatos embasados que justificam ensaios e estudos futuros referentes a desafios de ordem fitossanitária na região dos campos gerais para a produção de espigas de milho verde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de materiais biopoliméricos foi eficiente e executada em condições diferenciadas do que se tem reportado na bibliografia, agregando mais uma técnica ao rol de experimentações a serem cumpridas por embalagens ativas. Os filmes biodegradáveis ativos aplicados nas embalagens mostraram-se propriamente aderidos e passíveis de serem utilizados como embalagem comercial das hortaliças minimamente processadas avaliadas neste estudo.

Os diferentes tratamentos testados levaram a resultados positivos quanto à manutenção da qualidade e extensão da vida útil dos produtos avaliados, sendo importante ressaltar os efeitos comprovados nas aplicações em hortaliças processadas minimamente. Para o minimilho, o benefício visual foi atingido pelo tratamento contendo zeólita, enquanto que para o milho verde superdoce, observou-se que o uso de diferentes tratamentos foram influenciadores na redução de valores de firmeza e de perda de massa. Por fim, em moranga mínimamente processada os efeitos do óleo essencial de tomilho foram eficientes contra a perda de firmeza e do tratamento de zeólita contra o aumento da luminosidade (reportado em abóboras como relacionado ao fenômeno do *white blush*) e contra a perda de massa.

Estudos futuros podem ampliar o horizonte aberto com essa nova categoria de embalagens testadas, sendo de interesse a recomendação para se efetuem estudos que contemplem novas combinações e associações de princípios ativos que possam atuar na conservação pós-colheita de produtos hortifrúti.

REFERÊNCIAS

(AKTAŞ) DIRIM, S. N.; ESIN, A.; BAYINDIRLI, A. A new protective polyethylene based film containing zeolites for the packaging of fruits and vegetables: Film preparation. **Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences**, v. 27, n. 1, p. 1–9, 2003.

AJAYI, A. A.; OLASEHINDE, I. G. Studies on the pH and protein content of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) fruits deteriorated by *Aspergillus niger*. **Scientific Research and Essay**, v. 4, n. 3, p. 185–187, 2009.

ALBAN, E. K.; SCOTT, R. C. **Post harvest handling and marketing of garden fresh sweet corn**. 1. ed. Wooster, Ohio: Ohio Agricultural Experiment Station, 1954.

ALBUQUERQUE, R. M. B. **Biodegradável À Base De Celulose Bacteriana (Cb) E Polihidroxibutirato (Phb) para Aplicação Como Embalagem Ativa Biodegradável À Base De Celulose Bacteriana (Cb) E Polihidroxibutirato (Phb) Para Aplicação Como Embalagem Ativa**. Recife: Universidade Católica de Pernambuco, 2019.

ALVES, J. A.; VALÉRIO, E.; VILAS, D. B.; MONTEIRO, B.; BOAS, V.; SOUZA, É. C. DE. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora , cenoura , chuchu e mandioquinha-salsa. v. 30, n. 3, p. 625–634, 2010.

AMARO, G. B.; PINHEIRO, J. B.; LOPES, J. F.; CARVALHO, A. D. F. DE; MICHEREFF FILHO, M.; VILELA, N. J. **Recomendações técnicas para o cultivo de abóbora híbrida do tipo japonesa** Brasília, DF Embrapa, , 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1007683>>

ANDRADE P., R. D.; LEMUS M., R.; PÉREZ C., C. E. MODELS OF SORPTION ISOTHERMS FOR FOOD: USES AND LIMITATIONS. **VITAE, REVISTA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA**, v. 18, n. 3, p. 325–334, 2011.

ANŽLOVAR, S.; BARIČEVIČ, D.; AVGUŠTIN, J. A.; KOCE, J. D. Essential oil of common thyme as a natural antimicrobial food additive. **Food Technology and Biotechnology**, v. 52, n. 2, p. 263–268, 2014.

APRILLIANI, F.; WARSIKI, E.; ISKANDAR, A. Kinetic studies of potassium permanganate adsorption by activated carbon and its ability as ethylene oxidation material. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 141, n. 1, p. 0–7, 2018.

ARAUJO, R. DE C. Z. **Embalagens ativas com ervas aromáticas e condimentares na conservação de pães artesanais**. Lavras: UFLA, 2005.

ARRUDA, M. C. DE; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; AZZOLINI, M. Temperatura de armazenamento e tipo de corte para melão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 74–76, 2003.

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

AVÉROUS, L. Biodegradable multiphase systems based on plasticized starch: A review. **Journal of Macromolecular Science Part C – Polymer Reviews**, v. C44, n. 3, p. 231–274, 2004.

BABIC, I.; AMIOT, M. J.; NGUYEN-THE, C.; AUBERT, S. Changes in phenolic content in fresh ready-to-use shredded carrots during storage. **Journal of Food Science**, n. 58, p. 351–356, 1993.

BAKER, B. P.; GRANT, J. A. **Thyme and Thyme Oil Profile Active Ingredient Eligible for Minimum Risk Pesticide Use Integrated Pest Management Cornell University Extension**. Geneva, NY. New York State Integrated Pest Management, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1813/56143>>

BAKHTIARIZADE, M.; SOURI, M. K. Beneficial effects of rosemary, thyme and tarragon essential oils on postharvest decay of Valencia oranges. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 6, n. 1, p. 1–8, 2019.

BALADHIYA, C.; DOSHI, J. Precooling techniques and applications for fruits and vegetables. **International Journal of Processing and Post Harvest Technology**, v. 7, n. 1, p. 141–150, 2016.

BALKAYA, A.; KANDEMIR, D. An overview of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) growing in Turkey. **Azarian Journal of Agriculture**, v. 2, n. 3, p. 57–64, 2015.

BALL, D. M.; HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. **Southern Forages Modern Concepts for Forage Crop Management**. 5. ed. Peachtree Corners, Georgia: International Plant Nutrition Institute, 2015.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. DO N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2006.

BARBIERI, R. L. **A diversidade de abóboras no Brasil e sua relação histórica com a cultura. Alimentação e Cultura**, 2012. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/918029/1/15423.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2020.

BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H. DE; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 1–9, 2005.

BARGHINI, A. **O Milho na América do Sul**. Instituto de Assuntos Avançados da Universidade de São Paulo, 2015.

BARRETO, C. F.; MORENO, M. B.; SILVA, P. S. DA.; FARIAS, R. DE. M.; FACHINELLO, J. C.; MARTINS, C. R. CONSERVAÇÃO DE MAÇÃS ‘FUJI SUPREMA MINIMAMENTE PROCESSADOS. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 17, n. 1, p. 99–105, 2016.

BARRETT, D. M.; BEAULIEU, J. C.; SHEWFELT, R. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: Desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, n. 5, p. 369–389, 2010.

BENNETT, A. H. **Principles and equipment for precooling fruits and vegetables**. ASHRAE Symposium Bulletin. **Anais**. San Francisco: Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 1971.

BERGO, P.; SOBRAL, P. J. A.; PRISON, J. M. Effect of glycerol on physical properties of cassava starch films. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 34, p. 401–410, 2010.

BERTUZZI, M. A.; GOTTIFREDI, J. C.; ARMADA, M. Mechanical properties of a high amylose content corn starch based film, gelatinized at low temperature. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 3, p. 219–227, 2012.

BHANDARI, B.; KRASAEKOOPT, W. Fresh-Cut Vegetables. In: SINHA, N. K. (Ed.). **Handbook of Vegetables & Vegetable Processing**. 1. ed. Ames: Blackwell Publishing Ltd., 2011. p. 772.

BORSCHIVER, S.; ALMEIDA, L. F. M.; ROITMAN, T. Monitoramento tecnológico e mercadológico de biopolímeros. **Polímeros**, v. 18, n. 3, p. 256–261, 2008.

BOTREL, D. A.; SOARES, N. F. F.; CAMILLOTO, G. P.; B., F. R. V. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pêra Williams minimamente processada. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1814–1820, 2010.

BOTTINI, P. R.; TSUNECHIRO, A.; COSTA, F. A. G. Viabilidade da produção de milho verde na “safrinha”. **Informações econômicas**, v. 25, n. 3, p. 49–53, 1995.

BOYETTE, M.; WILSON, L. G.; ESTES, E. **Postharvest Cooling and Handling of Sweet Corn**. North Carolina State University. NC Cooperative Extension, 1990. Disponível em: <<https://content.ces.ncsu.edu/postharvest-cooling-and-handling-of-sweet-corn>>

BRACKMANN, A.; FABIANO, R.; GIEHL, H.; DE FREITAS, S. T.; EISERMANN, A. C.; DE MELLO, A. M. Uso de filmes de polietileno e absorção de etileno para o transporte refrigerado de maçã “Gala”. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 3, p. 423–428, 2006.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C. A.; GIEHL, R. F. H. Armazenamento de pêssego “Chimarrita” em atmosfera controlada e sob absorção de etileno. **Ciência Rural**, v. 33, n. 3, p. 431–435, 2003.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C. A.; NEUWALD, D. A.; MELLO, A. M. DE. Armazenamento De Maçã ‘Royal Gala’ Sob Diferentes Concentrações De Etileno. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 1, p. 39–41, 2000.

BRACKMANN, A.; TREVISAN, J. N.; MARTINS, G. A. K.; DE FREITAS, S. T.; DE MELLO, A. M. Qualidade pós-colheita de couve-flor “Teresópolis gigante” tratada com etileno, absorvedor de etileno e 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1444–1447, 2005.

BRACKMANN, A.; WEBER, A.; SESTARI, I.; PETERLE, M. E.; BOTH, V.; PAVANELLO, E. P.; VILELA PINTO, J. A. Manejo do etileno e sua relação com a maturação de maçãs “Gala” armazenadas em atmosfera controlada. **Bragantia**, v. 68,

n. 2, p. 519–525, 2009.

BRAGA, A. A. C.; MORGON, N. H. Descrições estruturais cristalinas de zeólitos. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 178–188, 2007.

BRAGA, L. R.; SILVA, F. M. Embalagens ativas: uma nova abordagem para embalagens alimentícias. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 4, p. 170–186, 2017.

BRECHT, J. K. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. In: GROSS, K. C.; WANG, C. Y.; SALTVEIT, M. (Eds.). **Agriculture Handbook**. 1. ed. [s.l.] United States Department of Agriculture, 2016. p. 780.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 6, n. 2, p. 127–139, 2011.

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y vazio**. Zaragoza: Acribia, 1996.

BRUICE, P. Y. **Química orgânica**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

BUMGARNER, N. R.; KLEINHENZ, M. D. **Instructions for Measuring °Brix in Cucumber, Leafy Greens, Sweet Corn, Tomato, and Watermelon**. Disponível em: <https://cpb-us-w2.wpmucdn.com/u.osu.edu/dist/9/24091/files/2016/01/HYG_1653_12_jan22-1cjfzjo.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2019.

BURG, S. **Postharvest Physiology and Hypobaric Storage of Fresh Produce**. Wallingford: CABI Publishing, 2004.

CAMACHO, C.; ALFONZO, B.; ORTIZ DE BERTORELLI, L.; DE VENANZI, F. Estudio de la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de mazorcas refrigeradas de híbridos de maíz super dulce. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 51, n. 2, p. 180–186, 2001.

CAMIRE, M. E.; CAMIRE, A.; KRUMAR, K. Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 29, n. 1, p. 35–

57, 1990.

CANIATO, F. F.; GALVÃO, J. C. C.; FINGER, F. L.; RIBEIRO, R. A.; MIRANDA, GLAUCO V.; PUIATTI, M. Quantificação de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido nos grãos verdes de cultivares de milho na colheita. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 1, p. 38–44, 2004.

CARVALHO, A. J. F.; CURVELO, A. A. S. **DIFUSÃO E ABSORÇÃO DE ÁGUA EM COMPOSTOS DE AMIDO TERMOPLÁSTICO PLASTICIZADOS COM GLICEROL E EM SEUS COMPOSTOS COM POLPA DE EUCALIPTO**. Anais do 7º Congresso Brasileiro de Polímeros. **Anais**. São Carlos: Anais do 7º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2004. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbpol/2003/Document/528.pdf>>

CENCI, S. A. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: CENCI, S. A. (Ed.). **Processamento mínimo de frutas e hortaliças. Tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem**. 1. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011. p. 144.

CEPEA. **Tamanho da oferta e preços menores preocupam**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/mandioca-perspec-2019-tamanho-da-oferta-e-precos-menores-preocupam.aspx>>. Acesso em: 6 nov. 2019.

CHAKRAVERTY, A.; MUJUMDAR, A. S.; RAGHAVAN, G. S. V.; RAMASWAMY, H. S. **Handbook of postharvest technology: Cereals, Fruits, Vegetables, Tea, and Spices**. 1. ed. Bosa Roca: Taylor & Francis Inc, 2003.

CHAVES, M. A.; BONOMO, R. C. F.; SILVA, A. A. L.; SANTOS, L. S.; CARVALHO, B. M. A.; SOUZA, T. S.; GOMES, G. M. S.; SOARES, R. D. Use of potassium permanganate in the sugarapple post-harvest preservation. **Ciencia y Tecnologia Alimentaria**, v. 5, n. 5, p. 346–351, 2007.

CHEN, J.; SERAFIN, F. L.; PANDYA, R. N.; DAUN, H. Effects of extrusion conditions on sensory properties of corn meal extrudates. **Journal of Food Science**, v. 53, n. 1, p. 84–89, 1991.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

CIAMPITTI, I. **Anormalidades em espigas de milho**. Kansas: K-State Research and Extension, 2015. Disponível em: <<https://www.agronomy.k->

state.edu/extension/documents/crop-production/Anormalidades_em_espigas_de_milho.pdf>

COLOMA, A.; RODRÍGUEZ, F. J.; BRUNA, J. E.; GUARDA, A.; GALOTTO, M. J. Development of an active film with natural zeolite as ethylene scavenger. **Journal of the Chilean Chemical Society**, v. 59, n. 2, p. 2409–2414, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária**. 1. ed. Brasília: Conab, 2018. v. 1

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. **Guia do milho: Tecnologia do campo à mesa**. 1. ed. [s.l.] Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 2006.

CORRADINI, E.; TEIXEIRA, E. D. M.; AGNELLI, J. A. M.; MATTOSO, L. H. C. **Amido Termoplástico**. 1. ed. São Carlos: Embrapa, 2007.

COSTA, R. V. DA; CASELA, C. R.; COTA, L. V. **Podridões do Colmo e das Raízes**. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_64_16820051120.html>. Acesso em: 6 jan. 2020.

DE BRUIJN, J.; GÓMEZ, A. E.; MELÍN, P.; LOYOLA, C.; SOLAR, V. A.; VALDÉS, H. Effect of doping natural zeolite with copper and zinc cations on ethylene removal and postharvest tomato fruit quality. **Chemical Engineering Transactions**, v. 75, n. September 2018, p. 265–270, 2019.

DE GUAMÁ, F. F. M. C.; COSTA, R. V. DE A.; ROCHA, H. L.; ISENSEE, F. V.; FUTURO, L. L. **Lixo Plástico - De Sua Produção Até a Madeira Plástica**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos. Comparação entre método colorimétrico e titulométrico. **Publicatio UEPG - Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 8, n. 01, p. 65–78, 2002.

DJAENI, M.; KURNIASARI, L.; SASONGKO, S. B. Preparation of Natural Zeolite for Air Dehumidification in Food Drying. **International Journal of Science and Engineering**, v. 8, n. 2, p. 80–83, 2015.

DONHOWE, I. G.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: characteristics, formation, definitions and testing methods. In: **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1994. p. 1–25.

DUARTE, A. P. **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

DUBEY, S. D. Overview on Cucurbita maxima. **International Journal of Phytopharmacy**, v. 2, n. 3, p. 68–71, 2012.

ELIAS, M. F. Dossiê Vitaminas. **Food Ingredients Brasil**, v. 29, p. 58–65, 2014.

ELSHAFIE, H.; CAMELE, I. Investigating the Effects of Plant Essential Oils on Post-Harvest Fruit Decay. In: SULTAN, S. (Ed.). **Fungal Pathogenicity**. 1. ed. [s.l.] InTechOpen, 2016. p. 136.

ELZUBEIR, M. M.; ABU-GOUKH, A. A.; OSMAN, O. A.; SAFI, A. I. A. Effect of Waxing and Potassium Permanganate on Quality and Shelf-Life of Mango Fruits. **American Journal of Biology and Life Sciences**, v. 6, n. 1, p. 1–7, 2018.

EMBRAPA. **O Cultivo do Milho Verde**. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa, 2002.

EMBRAPA. **Cultivo do minimilho**. 1. ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

EMBRAPA. **Rede de Nanotecnologia aplicada ao Agronegócio**. (M. A. Martins, M. de F. Rosa, M. de S. M. de F. Souza, N. M. dos J. Santos, O. B. G. de Assis, C. Ribeiro, L. H. C. Mattoso, Eds.) . Fortaleza: Embrapa, 2012.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **O Cultivo do Milho Verde**. 1. ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2002.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Avaliação de Cultivares de Milho Visando à Produção de Minimilho na Região Norte do Estado de Minas Gerais**. Circular Técnica 131, 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS-2010/22396/1/Circ-131.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2019.

EMBRAPA TRIGO. **Extrusão. Documentos Online**. Passo Fundo, RS. Embrapa Trigo, 2006. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do74_4.htm>. Acesso em: 25 jul. 2018.

EROGLU, N.; EMEKCI, M.; ATHANASSIOU, C. G. **Applications of natural zeolites on agriculture and food production. Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2017.

FAKHOURI, F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 369–375, 2007.

FAO. **SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction**. FAO, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/infographics/fruit/en/>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

FAO. **Fome aumenta no mundo e afeta 821 milhões de pessoas. Notícias FAO**. FAO, 2018a. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/fao-fome-aumenta-no-mundo-e-afeta-821-milhoes-de-pessoas/>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

FAO. **FAOSTAT Crops**. FAO, 2018b. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

FARIAS, S. S.; SIQUEIRA, S. M. C.; CRISTINO, J. H. S. C.; ROCHA, J. M. Biopolímeros: Uma Alternativa Para Promoção Do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Geonorte**, v. 7, n. 26, p. 61–77, 2016.

FAVARATO, L. F.; SOUZA, J. L.; GALVÃO, J. C. C.; DE SOUZA, C. M.; GUARCONI, R. C.; BALBINO, J. M. DE S. Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. **Bragantia**, v. 75, n. 4, p. 497–506, 2016.

FERGUSON, J. E.; DICKINSON, D. B.; RHODES, A. M. Analysis of Endosperm Sugars in a Sweet Corn Inbred (Illinois 677a) Which Contains the Sugary Enhancer (se) Gene and Comparison of se with Other Corn Genotypes. **Plant Physiology**, v. 63, n. 3, p. 416–420, 1979.

FERREIRA, M. A. J. DA F. Abóboras e morangas Das Américas para o mundo. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (Eds.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1p. 59–88.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria: Principios e aplicações na agricultura. In: **Instrumentação em frutas e hortaliças**. 1. ed. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2017. p. 209–220.

FERREIRA, M. G.; ALVES, F. M.; SILVA, D. J. H. DA; NICK, C. A cultura. In: NICK, C.; BORÉM, A. (Eds.). **Abóboras e morangas do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2014. p. 203.

FONSECA, M. J. DE O.; SOARES, A. G.; MAMEDE, A. M. G. N.; COSTA, H. T. G. B.; PEREIRA, I. A. F. **Comunicado Técnico 207 - Processamento Mínimo de Milho Verde**. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1028178/1/CT207.pdf>>f>.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F.; DIAS, C. T. DOS S. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 872–880, 2008.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Carboidratos: estrutura, propriedades e funções. **Química Nova na Escola**, v. 1, n. 29, p. 8–13, 2008.

GARCIA, L. C.; PEREIRA, L. M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; HUBINGER, M. D. Effect of antimicrobial starch edible coating on shelf-life of fresh strawberries. **Packaging Technology and Science**, v. 25, n. 7, p. 413–425, 2012.

GERARDO, A.; MURPHY, R. **Sweet Corn**. Disponível em: <<http://fsi.colostate.edu/sweetcorn/>>. Acesso em: 6 jan. 2020.

GILES, H. F.; WAGNER, J. R.; MOUNT, E. M. I. **Extrusion: The definitive processing guide and handbook**. 1. ed. Norwich, NY: William Andrew Inc., 2005.

GOMES, C. A. O.; ALVARENGA, ANDRÉ L. B.; FREIRE, M. J.; CENCI, S. A. **Hortaliças Minimamente Processadas**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2005. v. 1

HARPER, J. M. **Extrusion of foods**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1981.

HINKLE PRODUCE. **“Sweet and Tender” Sweet Corn**. Disponível em: <<http://www.hinkleproduce.com/corn.html>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

HOWARD, L. R.; HERNANDEZ-BRENES, C. Antioxidant content and market quality of jalapeno pepper rings as affected by minimal processing and modified atmosphere packaging. **Journal of Food Quality**, n. 21, p. 317–327, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos**. IV ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ISAE/FGV. **AMIDO DE MANDIOCA**. 1. ed. Manaus: SUFRAMA, 2003. v. 2

JACCOUD, D. S. F.; JULIATTI, F. C. Principais doenças fúngicas da cultura do milho (*Zea mays*). In: BARROSO, A. L. DE L.; GARCIA, J. F.; SIMÕES, D. E. N. (Eds.). **Milho: desafios fitossanitários e manejo sustentável**. Boletim Técnico ed. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel – ME, 2012. p. 146.

JAIN, V. K.; TIWARI, A.; MAURYA, A. K.; PAL, S. Active packaging of horticultural produce. In: SHUKLA, R. P.; MISHRA, R. S.; TRIPATI, A. D.; YADAV, A. K.; MANJU, T.; R>, M. R. (Eds.). **Nutraceutical food processing technology: Innovative scientific research**. 1. ed. Delhi: Bharti Publications, 2017. p. 253–259.

KALLUF, V. H. **Desidratação da polpa de abóbora e seus teores em beta-caroteno**. [s.l.] UFPR, 2006.

KASIM, M. U.; KASIM, R. **Color Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables**. Sixth International Scientific Agricultural Symposium, Agrosym 2015. **Anais**. 2015.

KIENTZ, J. F. **Sugar components of sweet corn cultivars as influenced by maturity patterns**. [s.l.] Kansas State University, 1965.

KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de Alimentos Teoria e Aplicações Práticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

KÖSTEKLI, M.; ÖZDZIKICIERLER, O.; CORTES, C.; ZULUETA, A.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. Role of Potassium Permanganate Ethylene on Physicochemical Properties, during Storage of Five Different Tomato Cultivars. **MOJ Food Processing**

& Technology, v. 3, n. 2, 2016.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, p. 93–103, 2007.

LANA, M. M. Aspectos da fisiologia de cenoura minimamente processada. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 154–158, 2000.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. **Moranga**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355126/31107372/MORANGA_CCCC2017.pdf/2f760a0f-1ba3-8ad9-296c-0e3eb6cca45f>. Acesso em: 23 out. 2019.

LANDIM, A. P. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B.; MELO, N. R. DE. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, v. 26, n. Especial, p. 82–92, 2016.

LAUGHNAN, J. R. The effect of the sh2 factor on carbohydrate reserves in the mature endosperm of maize. **Genetics**, v. 38, n. September, p. 485–499, 1953.

LAUGHNAN, J. R. What's ahead for sweet corn. **Canner** 8, n. March, p. 15–17, 1954.

LEAL, R. C.; MOITA NETO, J. M. Amido: Entre a Ciência e a Cultura. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 75–78, 2013.

LEME, A. C. **Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando à produção de pamonha Piracicaba 2007**. [s.l.] USP, 2007.

LIMA, E. G. DE; OKIMOTO, M. L. L. R. Revisão Da Aplicação De Produtos Biopolímeros Obtidos Pela Reciclagem De Plásticos Em Design. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 10, n. 5, p. 244–259, 2009.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G. Família Lamiaceae: Importantes Óleos Essenciais com Ação Biológica e Antioxidante. **Revista Fitos**, v. 3, n. 3, p. 11, 2007.

LIU, H.; XIE, F.; YU, L.; CHEN, L.; LI, L. Thermal processing of starch-based polymers. **Progress in Polymer Science**, v. 34, n. 12, p. 1348–1368, 2009.

LLORENS, A.; LLORET, E.; PICOUET, P. A.; TRBOJEVICH, R.; FERNANDEZ, A.

Metallic-based micro and nanocomposites in food contact materials and active food packaging. **Trends in Food Science and Technology**, v. 24, n. 1, p. 19–29, 2012.

LOPES-DA-SILVA, M.; SANTOS, L.; CHOUPINA, A. A extrusão em tecnologia alimentar: tipos, vantagens e equipamentos. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 03–10, 2015.

LOPES, A. P. **Variedades de Milho para a produção de minimilho e qualidade pós-colheita em sistema orgânico de cultivo**. Cascavel: UNIOESTE, 2012.

LUENGO, R. F. A.; LOPES, J. F. Comportamento pós-colheita de frutos de abóbora e moranga. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 35–37, 1995.

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

MACHADO, J. R. DE A. **O excesso de chuvas e a cultura do milho** Artigo - **O excesso de chuvas e a cultura do milho**. Embrapa Trigo, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8900890/artigo---o-excesso-de-chuvas-e-a-cultura-do-milho>>

MAIA, T. F.; DONATO, A.; FRAGA, M. E. Atividade Antifúngica de Oleos Essenciais de Plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 1, p. 105–116, 2015.

MAITI, R.K., N.C. SARKAR, AND V. P. S. **Principles of Post harvest Seed Physiology and Technology**. India: Agrobios, 2006.

MAKSIMOV, O. Thyme (*Thymus vulgaris* L.) Thymol CT Essential Oil as Natural Preservative. **American Journal of Essential Oils and Natural Products**, v. 5, n. 2, p. 19–22, 2017.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Microstructural characterization of yam starch films. **Carbohydrate Polymers**, v. 50, n. 4, p. 379–386, 2002.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: Produção,

propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137–156, 2010.

MAMEDE, A. M. G. N. **Qualidade e vida útil de milho minimamente processado**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007.

MAMEDE, A. M. G. N.; DE OLIVEIRA FONSECA, M. J.; SOARES, A. G.; PEREIRA FILHO, I. A.; DE OLIVEIRA GODOY, R. L. Conservação pós-colheita do milho verde minimamente processado sob atmosfera controlada e refrigeração. **Revista Ceres**, v. 62, n. 2, p. 149–158, 2015.

MARIA, A.; MORAES, L. DE; PAES, R. D. A. Micologia. In: **Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde**. 4. ed. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim de Venâncio / Instituto Oswaldo Cruz, 2010. p. 399–496.

MARTIN, F. W.; DALOZ, C.; VÉLEZ, M. DEL C. Vegetable corns, Zea mays. In: **VEGETABLES FOR THE HOT, HUMID TROPICS**. 1. ed. New Orleans: Southern Region Agricultural Research Service, 1978. p. 1–14.

MARTINS, A. D. DE O. **Indústria de transformação de plásticos**. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/88765/89729/iis_ano8_n02_2014_plasticos_v2.pdf/f48bec04-3500-4e36-ac98-c862d6e0d681>. Acesso em: 25 nov. 2019.

MARTINS, C.; REIS, F.; ADRIANO, A.; MELO, M. Uso de misturas químicas para a manutenção da firmeza de banana “prata” minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 237–244, 2009.

MARTINS, P. DE F. A.; FARIA, L. R. C. Alimentos ultraprocessados: uma questão de saúde pública. **Comunicação em Ciências da Saúde**, v. 29, n. 1, p. 14–17, 2018.

MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. Processamento Mínimo de Hortaliças. In: FERREIRA, MA. D. (Ed.). **Tecnologias Pós-Colheita em Frutas e Hortaliças**. 1. ed. São Carlos: Embrapa, 2011. p. 286.

MEJÍA, D. **Maize Post-harvest Operations** (D. Mejía, Ed.) Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2003. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendium_-_MAIZE.pdf>

MENZEL, C.; ANDERSSON, M.; ANDERSSON, R.; VÁZQUEZ-GUTIÉRREZ, J. L.;

DANIEL, G.; LANGTON, M.; GÄLLSTEDT, M.; KOCH, K. Improved material properties of solution-cast starch films: Effect of varying amylopectin structure and amylose content of starch from genetically modified potatoes. **Carbohydrate Polymers**, p. 10, 2015.

MILENE ANGELO, P.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1–9, 2007.

MISSAGIA, S. V. **A influência dos valores alimentares e das atitudes no consumo de alimentos saudáveis**. Lavras: UFLA, 2012.

MONTES, S. D. S.; SANTANA, L. G. N.; CRUZ, R. S. Óleos Essenciais Em Embalagens Para Alimentos. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1/2, p. 1–11, 2013.

MORAES, A. R. A. **A cultura do milho verde** Artigo em Hypertexto, 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/MilhoVerde/>. Acesso em: 2 dez. 2019

MORAIS, L. APARECIDA S. DE. Óleos Essenciais no Controle Fitossanitário Introdução Substâncias Provenientes do Metabolismo Secundário. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. 1. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 139–152.

MÜLLER, J. M. **Desenvolvimento de zeólitas por desaluminização para desidratação de alcoóis**. Brasília: Universidade de Brasília, 2013.

MÜLLER, J. M. .; BORGES, L. D. .; MACEDO, J. L. **Zeólitas** Trabalho no prelo da revista **Ciência Hoje**. Brasília, DF. Ciência Hoje, [s.d.].

NABIFARKHANI, N.; SHARIFANI, M.; GARMAKHANY, A. D.; MOGHADAM, E. G. Effect of nano- composite and Thyme oil (*Tymus vulgaris* L.) coating on fruit quality of sweet cherry (Takdaneh Cv.) during storage period. **Food Science & Nutrition**, v. 3, n. 4, p. 349–354, 2015.

NASSER, F. A. DE C. M.; BOLIANI, A. C.; NASSER, M. D.; PAGLIARINI, M. K.; MENDONÇA, V. Z. Use of Potassium Permanganate Sachets in the Postharvest of Mangaba Fruit. p. 246–251, 2015.

NERSON, H. Yield, quality and shelf-life of winter squash harvested at different fruit

ages. **Advances in Horticultural Science**, v. 9, n. 3, p. 106–111, 1995.

NIELSEN, L. M. **The Biography of Corn**. 1. ed. [s.l.] Baker & Taylor, 2009.

NISHINARI, K.; KOHYAMA, K.; KUMAGAI, H.; FUNAMI, T.; BOURNE, M. C. Parameters of Texture Profile Analysis. **Food Science and Technology Research**, v. 19, n. 3, p. 519–521, 2013.

NUNES, M. C. DO N.; DELGADO, A.; YAGIZ, Y.; EMOND, J.-P. Influence of Field Temperatures on the Moisture and Sugar Contents of Sweetcorn. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, n. 126, p. 1–4, 2013.

OHWOAVWORHUA, F.; KUNLE, O.; OFOEFULE, S. I. Extraction and characterization of microcrystalline cellulose derived from *Luffa cylindrica* plant. **The African Journal of Pharmaceutical Research and Development**, v. 1, p. 1–6, 2004.

OISHIMAYA, S. N. **Top Cassava Producing Countires In The World**. **ECONOMICS**, 2017. Disponível em: <<https://www.worldatlas.com/articles/top-cassava-producing-countries-in-the-world.html>>. Acesso em: 6 nov. 2019.

OLADAYO, O. O.; C, U. Q.; JOSEPH, O. S. Physicochemical properties of cassava starch and starch-keratin prepared biofilm. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 38, n. 4, p. 349–355, 2016.

OLIVEIRA, P. S. DE. **Ação de absorvedores de etileno e de oxigênio na conservação pós-colheita de morango**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2011a.

OLIVEIRA, S. A. DE. **Estudo de adsorção de metais pesados em zeólitas para fins de uso em barreira reativa**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011b.

PANCHAL, B. H.; PATEL, V. K.; KHIMANI, R. A. Influence of Pre Harvest Factor on Post-Harvest Quality of Green Sweet Corn at Ambient Condition (*Zea mays* convar. *saccharata rugosa*) Cultivar , Madhuri. **International Journal of Current Microbiology and Applied Science**, v. 6, n. 10, p. 30–38, 2017.

PANTASTICO, E. B. **Post Harvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables**. Westport: AVI. Pub. Co., 1975.

PARK, S.; HONGU, N.; DAILY, J. W. Native American foods: History, culture, and influence on modern diets. **Journal of Ethnic Foods**, v. 3, n. 3, p. 171–177, 2016.

PASSOS, E. F. **Síntese e caracterização de filmes a base de amido e glicerol com adição de argilominerais**. Pato Branco. UTFPR, 2015. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5561/1/PB_DAQUI_2015_2_1.pdf>

PEREIRA, A. S. Composição, avaliação organoléptica e padrão de qualidade de cultivares de milho doce. **Horticultura Brasileira**, v. 5, n. 2, p. 22–4, 1987.

PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C. DE; CRUZ, J. C. **Milho verde: espaçamentos, densidades de plantas, cultivares e épocas de semeadura influenciando o rendimento e algumas características do espigas comerciais**. (E. M. e Sorgo, Ed.) CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. **Anais**. Recife: Embrapa Milho e Sorgo, 1998. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39372/1/Milho-verde.pdf>>

PEREIRA, I. A. F.; CRUZ, J. C. Minimilho, opção rendosa para a pequena propriedade. **A Lavoura**, p. 31–33, 2002.

PEREIRA, R. B.; ALVES, E.; RIBEIRO, P. M.; DE RESENDE, M. L. V.; LUCAS, G. C.; FERREIRA, J. B. Extrato de casca de café, óleo essencial de tomilho e acibenzolar-S-metil no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1287–1296, 2008.

PEREIRA, T. **Avaliação das Características Físicas e Químicas de Goiabas (*Psidium guajava* L.) cv. Cortibel, de Polpa Branca, sob Diferentes Condições de Armazenamento**. Rio de Janeiro: Universidade do Norte Fluminense, 2003.

PERFEITO, D. G. DE A.; LOPES, M. C. M.; SALOMÃO, L. C.; SOUZA, M. L. C. DE; BENNETT, C. G. S.; LIMA, B. P. DE. Caracterização pós-colheita de milho doce submetido ao parcelamento de fertirrigação nitrogenada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, n. 0, 2017.

PINTO, S. A. A. **Processamento mínimo de melão tipo Orange Flesh e de melancia “Crimson Sweet”**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2002.

PRASAD, P.; KOCHHAR, A. Active Packaging in Food Industry: A Review. **IOSR Journal of Environmental Science Ver. III**, v. 8, n. 5, p. 2319–2399, 2014.

PRUITT, J. D. A Brief History of Corn: Looking Back to Move Forward. **Doctoral Document**, p. 1–113, 2016.

QUEIROZ, V. A. V.; PEREIRA, I. A. F. **Processo de Produção de Conserva Caseira de Minimilho Circular Técnica - 140**. Sete Lagoas, MG. Embrapa, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26345/1/Circ-140.pdf>>

RAHMAN, M. A.; MIARUDDIN, M.; KHAN, M. H. H.; MASUD, M. A. T.; BEGUM, M. M. EFFECT OF STORAGE PERIODS ON POSTHARVEST QUALITY OF PUMPKIN. **Bangladesh Journal of Agriculture Research**, v. 38, n. June, p. 247–255, 2013.

RAI, D. R.; SINGH, R. Package headspace dynamics for baby corn under modified atmosphere packaging with macroperforations. **Journal of Food Process Engineering**, v. 35, p. 191–208, 2012.

RAMOS, S. R. R.; LIMA, N. R. S.; ANJOS, J. L. DOS; CARVALHO, H. W. L. DE; OLIVEIRA, I. R. DE; SOBRAL, L. F.; CURADO, F. F. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. 1. ed. Aracaju: Embrapa, 2010.

RANI, R.; SHEORAN, R. K.; SONI, P. G.; KAITH, S. Baby Corn: A Wonderful Vegetable. **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 6, n. 2, p. 1407–1412, 2017.

REVILLA, P.; TRACY, W. F. Isozyme variation and phylogenetic relationships among open-pollinated sweet corn cultivars. **Crop Science**, n. 35, p. 219–227, 1995a.

REVILLA, P.; TRACY, W. F. Morphological characterization and classification of open-pollinated sweet corn cultivars. **Journal of American Society for Horticultural Science**, n. 120, p. 112–118, 1995b.

RHODES, D. **HORT410 - Vegetable Crops - Sweet Corn - Notes**. Disponível em: <<https://hort.purdue.edu/rhodcv/hort410/sweetc/sw00002.htm>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

RIMINI, S.; PETRACCI, M.; SMITH, D. P. The use of thyme and orange essential oils blend to improve quality traits of marinated chicken meat. **Poultry Science**, v. 93, n. 8, p. 2096–2102, 2014.

ROBINSON, J. E.; BROWNE, K. M.; BURTON, W. G. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. **Annals of Applied Biology**, v. 81, n. 3, p. 399–408, 1975.

RODRIGUEZ-GONZALEZ, F. J.; RAMSAY, B. A.; FAVIS, B. D. Rheological and thermal properties of thermoplastic starch with high glycerol content. **Carbohydrate Polymers**, v. 58, p. 139–147, 2004.

ROJAS, A. M.; GOYANES, S.; FAMA, L. Mechanical properties of tapioca-starch edible films containing sorbates. **LWT**, v. 38, p. 631–639, 2005.

RUDNIK, E. **Compostable Polymer Materials**. Elsevier Science, 2008. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/281928741_Compostable_Polymer_Materials>

RUSSO, V. C.; DAIUTO, É. R.; SANTOS, B. L.; LOZANO, M. G.; VIEITES, R. L.; VIEIRA, M. R. DA S. Qualidade de abóbora minimamente processada armazenada em atmosfera modificada ativa. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1071–1084, 2012.

SÁ, C. R. L.; SILVA, E. O.; TERAÔ, D.; SARAIVA, A. C. M. **Métodos de Controle do Etileno na Qualidade e Conservação Pós-Colheita de Frutas**. 1. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008.

SABATO, E. D. O.; FERNANDES, F. T. **DOENÇAS DO MILHO**. Sete Lagoas, Brasil. Embrapa, 2014. Disponível em:
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107246/1/Doencas-do-milho.pdf>>

SALATA, A. DA C.; EVANGELISTA, R. M.; CARDOSO, A. I. I. Abóbora minimamente processada em diferentes cortes. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 4004–4010, 2010.

SANTOS, R. B. DOS; SILVA, J. M. DA; SILVA, C. DOS S.; NASCIMENTO, M. DA S.; SANTOS, T. M. C. DOS; COSTA, J. H. DE Q. Qualidade microbiológica de alimentos in natura minimamente processados. **Global Science and Technology**, v. 12, n. 1, p. 43–52, 2019.

SANTOS, H. M. M.; VEIGA, F. J. B.; PINA, M. E. T. DE; SOUSA, J. J. M. S. DE. Obtenção de pellets por extrusão e esferonização farmacêutica: parte I. avaliação das variáveis tecnológicas e de formulação. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 40, n. 4, p. 455–470, 2004.

SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Revisão: Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 1–14, 2012.

SANTURIO, J. M.; SANTURIO, D. F.; POZZATTI, P.; MORAES, C.; FRANCHIN, P. R.; ALVES, S. H. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de *Salmonella enterica* de origem avícola. **Ciencia Rural**, v. 37, n. 3, p. 803–808, 2007.

SARGENT, S. A. Handling and cooling techniques for maintaining postharvest quality. **Vegetable Production Guide for Florida**, p. 1–13, 1999.

SARZI, B. **Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento**. São Paulo. Universidade Estadual Paulista, 2002. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/97002/sarzi_b_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SASAKI, F. F. **Processamento mínimo de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.): Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

SAWAZAKI, E.; POMMER, C. V.; ISHIMURA, I. Avaliação de cultivares de milho para utilização no estágio verde. **Ciência e Cultura**, v. 31, n. 11, p. 1297–1302, 1979.

SCHOLZ, E. W.; JOHNSON, H. B.; BUFORD, W. R. Heat evolution rates of some Texas-grown fruits and vegetables. **J. Rio Grande Valley Hort. Soc.**, n. 17, p. 170–175, 1963.

ŠEGVIĆ KLARIĆ, M.; KOSALEC, I.; MASTELIĆ, J.; PIECKOVÁ, E.; PEPELJNAK, S. Antifungal activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil and thymol against moulds from damp dwellings. **Letters in Applied Microbiology**, v. 44, n. 1, p. 36–42, 2007.

SEVEW GROUP. **Southeastern U. S. 2017 Vegetable Crop Handbook** (J. M.

Kemble, I. M. Meadows, K. M. Jennings, J. F. Walgenbach, Eds.) Southeastern Vegetable Extension Workers Group, 2017. Disponível em: <<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/78538/AREC-66.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

SHALTOUT, F. A.; THABET, M. G.; KOURA, H. A. Impact of Some Essential Oils on the Quality Aspect and Shelf Life of Meat. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, v. 07, n. 06, 2017.

SHAROBA, A. M.; IBRAHIM, M. A. E. A.; ELMANSY, H. A. Effect of Edible Coating by Chitosan with Lemongrass and Thyme Oils on Strawberry Quality and Shelf Life during Storage. **Journal of Food Technology and Nutritional Sciences**, v. 3, n. 1, p. 1–11, 2017.

SICHIERI, R.; COITINHO, D. C.; MONTEIRO, J. B.; COUTINHO, W. F. Recomendações de alimentação e nutrição saudável para a população brasileira. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 44, n. 3, p. 227–232, 2000.

SILVA, A. R. Manejo e Conservação do Solo. In: BORGES, L. C. M. (Ed.). **Cultura da Mandioca - Apostila**. 1. ed. Belém: Embrapa, 2014. p. 202.

SILVA, D. F. P.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; ROCHA, A. Potassium permanganate effects in postharvest conservation of the papaya cultivar Sunrise Golden. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 7, p. 669–675, 2009a.

SILVA, A. V. C. DA; RAMOS, S. R. R.; MENEZES, D. N. B.; VITÓRIA, M. F. DA; OLIVEIRA, J. M. S. P.; ROCHA, V. F. J. **Circular Técnica 66 - Processamento Mínimo da Abóbora**. Aracaju: [s.n.]. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2013/ct_66.pdf>

SILVA, V. A. DA; RIBEIRO, F. C.; SOUSA, I. F. DE; COSTA, F. B. DA; PUSHMANN, R.; LORETO, M. DAS D. S. DE. **Análise físico-química de pepino caipira minimamente processado**. Artigo. **Anais**. Fortaleza: XX CBED, 2009b. Disponível em: <http://www.xxcbcd.ufc.br/arqs/public/t_06.pdf>

SILVA, M. M. DA C.; COELHO, A. B. Demanda Por Frutas E Hortaliças No Brasil: Uma Análise Da Influência Dos Hábitos De Vida, Localização E Composição Domiciliar. **Pesquisa e planejamento econômico**, v. 44, n. 3, p. 545–578, 2014.

SILVA, P. S. L.; PATERNIANI, E. Produtividade de “milho verde” e de grãos de cultivares de Zea mays L. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 4, p. 707–712, 1986.

SILVESTRE, Á.; VIEIRA, E.; BARRETO, L. Importância das zeólitas na indústria do petróleo e no craqueamento em leito fluidizado (fcc). **Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, v. 2, n. 1, p. 63–75, 2012.

SINGH, M.; KUMAR, A.; KAUR, P. Respiratory dynamics of fresh baby corn (*Zea mays* L.) under modified atmospheres based on enzyme kinetics. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. September, p. 1911–1919, 2014.

SINGH, N.; LEE, D. G. Permanganate: A green and Versatile Industrial Oxidant. **Orgnaic Process Research and Development**, n. 5, p. 599–602, 2001.

SMITH, A. W. J.; POULSTON, S.; ROWSELL, L.; TERRY, L. A.; ANDERSON, J. A. A New Palladium-Based Ethylene Scavenger to Control Ethylene-Induced Ripening of Climacteric Fruit. **Platinum Metals Review**, v. 53, n. 3, p. 112–122, 2009.

SMITH, B. D. **Origins of agriculture in eastern north america**. **Science (New York, N.Y.)**, 1989. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/246/4937/1566.abstract>>

SOARES, N. F. F.; SILVA, D. F. P.; CAMILLOTO, G. P.; OLIVEIRA, C. P.; PINHEIRO, N. M.; MEDEIROS, E. A. A. Antimicrobial edible coating in post-harvest conservation of guava. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 281–289, 2011.

SORBENTSYSTEMS. **The problem - ethylene gas**. Disponível em: <<http://www.sorbentsystems.com/epaxtech.html>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

SOUSA, S. C. C. DE. **Hidrorresfriamento na conservação e qualidade pós - colheita de milho verde**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2013.

SOUSA, S. D. DO N. **Estudo da adsorção de etileno em filmes compósitos de quitosana e zeólita**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2016.

SOUZA, R. C. R.; ANDRADE, C. T. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 24–30, 2000.

SPAGNOL, W. A. **Processamento mínimo de cenoura e feijão-vagem**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2005.

SPALDING, D. H.; REEDER, W. F. QUALITY OF "BOOTH 8" AND "LULA" AVOCADOS STORED IN A CONTROLLED ATMOSPHERE. **Proceedings of the Florida State Hort. Soc.**, n. 85, p. 337–341, 1972.

STATISTA. **World corn production by country 2018/19 (in 1,000 metric tons)**. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/254292/global-corn-production-by-country/>>. Acesso em: 12 jan. 2020.

SUEIRO, A. C.; FARIA-TISCHER, P. C. S.; LONNI, A. A. S. G.; MALI, S. Filmes biodegradáveis de amido de mandioca, pululana e celulose bacteriana. **Química Nova**, v. 39, n. 9, p. 1059–1064, 2016.

SUJAYASREE, O. J.; FASLUDEEN, N. S. Potassium Permanganate (KMnO₄) as an Effective Anti-Ethylene Agent to Delay Fruit Ripening: Recent Advances. **Research Journal of Chemical and Environmental Sciences**, v. 5, n. 2, p. 4, 2017.
SUPPAKUL, P.; MILTZ, J.; SONNEVELD, K.; BIGGER, S. W. Active Packaging Technologies with an Emphasis on Antimicrobial Concise Reviews in Food Science. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 2, p. 408–420, 2003.

SZYMANEK, M. Influence of sweet corn harvest date on kernels quality. **Research in Agricultural Engineering**, v. 55, n. 1, p. 10–17, 2009.

SZYMANEK, M.; DOBRZAŃSKI, B. J.; NIEDZIÓŁKA, I.; RYBCZYŃSKI, R. **Sweet Corn Harvest and Technology Physical Properties and Quality**. 1. ed. Lublin: B. DOBRZAŃSKI INSTITUTE OF AGROPHYSICS OF POLISH ACADEMY OF SCIENCES, 2006.

SZYMANEK, M.; TANAŚ, W.; KASSAR, F. H. Kernel carbohydrates concentration in sugary-1, sugary enhanced and shrunken sweet corn kernels. **Agriculture and Agricultural Science Procedia** 7, v. 7, p. 260–264, 2015.

TALBOT, M. T.; SARGENT, S. A.; BRECHT, J. K. **Cooling Florida Sweet Corn Circular 941**. [s.l.: s.n.].

TEWFIK, S.; SCOTT, L. E. Respiration of vegetables as affected by postharvest treatment. **J. Agr. Food Chem.**, n. 1, p. 415–417, 1954.

TIRGAR, A.; HAN, D.; STECKL, A. Absorption of Ethylene on Membranes Containing Potassium Permanganate Loaded into Alumina Nanoparticle Incorporated Alumina/Carbon Nanofibers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 22, p. 5635–5643, 2018.

TRACY, W. F. History, Genetics, and Breeding of Supersweet (shrunken2) Sweet Corn. **Plant Breeding Reviews**, v. 14, p. 189–236, 1997.

TURGEON, A. J. **Turfgrass Management**. 8. ed. Upper Saddle River, New Jersey: Anthony, Vernon R., 2008.

USDA. **Household USDA Foods Fact Sheet - Corn, FreshChooseMyPlate.org**, 2012. Disponível em: <https://whatscooking.fns.usda.gov/sites/default/files/factsheets/HHFS_CORN_FRE_SH_900210Dec2012.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2018.

USP/ESALQ. Milho. **Revista Visão Agrícola**, v. 13, p. 176, 2015.

UTTO, W.; MAWSON, J.; BRONLUND, J. E.; WONG, K. K. Y. Active Packaging Technologies for Horticultural Produce. **Food New Zealand**, v. March, n. February, p. 1–12, 2005.

VIEIRA, J. Fundamentos da Colorimetria. p. 19–58, 2011.

VILELA, N. J.; LANA, M. M.; NASCIMENTO, E. F.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 142–144, 2003.

WANG, R.-L.; STEC, A.; HEY, J.; LUKENS, L.; DOEBLEY, J. The limits of selection during maize domestication. **Nature**, v. 398, p. 236, 18 mar. 1999.

WELBAUM, G. E. Vegetable history, nomenclature, and classification. In: **Vegetable production and practices**. 1. ed. Wallingford: CABI, 2015. p. 1–15.

WORDELL FILHO, J. A.; RIBEIRO, L. DO P.; CHIARADIA, L. A.; MADA-LÓZ, J. C.; NESI, C. N. **Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo** Boletim Técnico No 170, 2016.

WRAP. **Testing ethylene control technologies in domestic fridges**. Banbury, Oxon, 2011. Disponível em: <<http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/EthyleneControlFridges.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2020.

ZHANG, H.; GAO, R.; DONG, S. Anatomical and Physiological Characteristics Associated with Corn Endosperm Texture. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 4, p. 1258–1264, 2011.

ZINK, D. L. The impact of consumer demands and trends on food processing. **Emerging infectious diseases**, v. 3, n. 4, p. 467–469, 1997.

ZULLO, R.; IANNACE, S. The effects of different starch sources and plasticizers on film blowing of thermoplastic starch: Correlation among process, elongational properties and macromolecular structure. **Carbohydrate Polymers**, v. 77, n. 2, p. 376–383, 2009.

**ANEXO A – Dados da estação meteorológica da BASF S. A. PONTA GROSSA
MINIFARM**

BASF S.A. - PONTA GROSSA MINI FARM
 Rodovia PR 513 - km 07 (Fazenda Escola),
 Tel.: 42-3235-1619, CNPJ: 48.539.407/0093-36
 Cx. Postal 2512, 84010-981, Ponta Grossa, PR, Brasil,



Data	Temperatura Média	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Umidade	Vento	Chuva
01/12/2018	20,8	25,8	17,3	80,9	5,6	0,2
02/12/2018	20,7	27,1	16,2	76,6	8,6	0,0
03/12/2018	17,6	23,4	14,1	85,1	12,5	0,0
04/12/2018	20,6	26,6	15,1	62,6	8,0	0,2
05/12/2018	22,1	29,1	15,7	50,2	5,2	0,0
06/12/2018	21,2	28,8	14,2	67,1	8,4	0,0
07/12/2018	18,7	24,1	13,6	83,9	10,5	9,2
08/12/2018	15,3	21,4	11,7	80,2	12,9	0,2
09/12/2019						
10/12/2019						
11/12/2018	24,3	30,5	18,3	64,3	4,2	0,0
12/12/2018	25,1	31,3	19,1	61,9	5,1	0,0
13/12/2018	24,7	31,6	19,2	65,5	5,0	3,0
14/12/2018	25,1	31,7	19,6	68,0	7,9	0,0
15/12/2018	23,9	31,5	19,4	74,3	5,3	0,0
16/12/2018	23,5	30,1	18,2	76,7	5,6	0,0
17/12/2018	25,5	32,3	19,6	70,8	6,0	0,0
18/12/2018	23,6	31,9	18,8	80,1	3,7	15,2
19/12/2018	23,6	31,6	17,9	76,8	6,4	0,2
20/12/2018	23,6	30,1	19,6	83,1	6,6	2,0
21/12/2018	21,4	27,8	18,7	86,3	8,7	10,4
22/12/2018	22,0	28,3	18,5	84,0	7,0	4,4
23/12/2018	21,2	26,2	19,1	86,9	4,5	2,0
24/12/2018	21,2	26,4	18,7	85,8	12,5	0,0
25/12/2018	20,8	26,3	16,9	82,4	13,8	0,0
26/12/2018	21,0	28,3	16,8	79,0	9,5	0,4
27/12/2018	21,1	26,1	17,5	82,8	10,7	28,8
28/12/2018	22,3	28,8	17,4	79,4	8,6	0,2
29/12/2018	23,5	30,7	18,2	74,5	6,8	0,2
30/12/2018	23,6	30,1	19,1	78,4	8,6	0,0
31/12/2018	22,8	28,4	19,9	86,0	5,3	45,6
DEZEMBRO	22,1	32,3	11,7	76,3	7,7	122,2

BASF S.A. - PONTA GROSSA MINI FARM
 Rodovia PR 513 - km 07 (Fazenda Escola),
 Tel.: 42-3235-1619, CNPJ: 48.539.407/0093-36
 Cx. Postal 2512, 84010-981, Ponta Grossa, PR, Brasil,



Data	Temperatura Média	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Umidade	Vento	Chuva
01/02/19	24,9	31,4	19,9	72,5	4,2	0,2
02/02/19	23,7	32,1	19,8	79,4	5,9	0,8
03/02/19	21,6	26,7	18,2	84,1	6,6	19,2
04/02/19	17,4	19,4	15,9	90,4	11,4	0,2
05/02/19	17,0	20,3	15,2	90,8	10,5	10,8
06/02/19	18,4	24,3	15,3	84,8	9,5	0,0
07/02/19	20,3	26,8	15,9	81,5	4,6	0,0
08/02/19	21,8	27,5	17,3	79,1	6,6	0,8
09/02/19	23,4	30,4	17,8	73,2	7,5	0,0
10/02/19	24,2	30,8	19,0	73,3	8,0	0,0
11/02/19	23,1	29,8	20,3	83,5	7,0	4,0
12/02/19	21,7	25,3	19,0	85,8	5,9	3,6
13/02/19	18,2	20,8	16,3	90,5	14,2	1,6
14/02/19	18,9	24,1	15,5	86,6	11,7	0,0
15/02/19	16,6	17,9	16,0	89,9	13,4	22,8
16/02/19	17,4	19,3	15,9	89,8	10,3	4,8
17/02/19	19,1	23,3	16,6	88,1	6,4	2,2
18/02/19	21,2	26,9	18,2	81,0	3,1	0,0
19/02/19	21,0	25,2	17,5	84,8	5,1	13,4
20/02/19	20,1	25,8	17,4	85,6	4,6	4,0
21/02/19	19,8	24,6	17,3	87,6	8,4	3,2
22/02/19	21,9	27,7	18,2	85,4	7,2	2,4
23/02/19	23,4	29,2	18,8	81,5	4,8	0,2
24/02/19	23,2	29,1	20,3	83,7	5,3	3,8
25/02/19	21,2	28,1	17,2	83,9	7,2	12,8
26/02/19	18,4	20,2	17,2	84,7	4,9	16,8
27/02/19	17,8	19,3	16,7	88,1	9,5	11,8
28/02/19	19,3	23,3	16,3	86,7	4,4	0,4
FEVEREIRO	20,5	32,1	15,2	84,1	7,4	139,8

BASF S.A. - PONTA GROSSA MINI FARM
 Rodovia PR 513 - km 07 (Fazenda Escola),
 Tel.: 42-3235-1619, CNPJ: 48.539.407/0093-36
 Cx. Postal 2512, 84010-981, Ponta Grossa, PR, Brasil,



Data	Temperatura Média	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Umidade	Vento	Chuva
01/03/19	20,1	24,4	17,4	87,8	8,9	0,2
02/03/19	21,1	26,6	17,8	80,8	7,8	0,2
03/03/19	22,1	27,9	17,8	77,4	6,5	0,2
04/03/19	21,5	27,8	17,7	84,6	11,7	1,6
05/03/19	21,4	26,7	18,0	86,2	5,7	6,4
06/03/19	21,2	27,9	17,4	86,2	7,1	21,4
07/03/19	20,3	25,7	17,2	85,0	6,6	62,8
08/03/19	21,2	27,3	17,3	85,3	7,2	26,8
09/03/19	22,2	26,3	18,2	83,7	4,2	3,6
10/03/19	20,2	23,9	17,8	88,6	9,9	0,6
11/03/19	18,1	20,5	16,6	89,4	10,9	0,0
28/02/19	19,8	24,2	16,7	87,3	5,5	3,2
13/03/19	20,9	26,8	19,0	87,1	5,8	11,2
14/03/19	20,5	25,0	17,9	87,5	2,5	8,6
15/03/19	21,3	26,7	17,8	82,5	4,8	0,2
16/03/19	20,5	24,4	18,4	88,0	11,2	1,0
17/03/19	20,5	23,7	17,6	88,5	9,0	5,6
18/03/19	21,5	25,8	19,2	86,9	7,7	12,0
19/03/19	21,8	27,3	19,3	78,9	7,4	0,2
20/03/19	19,4	24,0	17,1	88,4	9,0	9,4
21/03/19	16,6	19,0	15,3	90,7	10,4	0,0
22/03/19	17,4	21,8	14,8	88,0	10,9	0,0
23/03/19	19,4	26,0	14,8	80,7	7,5	0,0
24/03/19	21,7	27,3	16,5	73,4	5,6	0,2
25/03/19	22,8	28,6	16,8	70,4	3,1	0,0
26/03/19	20,6	28,6	16,8	86,1	11,4	2,4
27/03/19	18,8	22,2	17,0	88,8	12,8	0,0
28/03/19	18,5	22,3	16,4	88,8	11,6	0,0
29/03/19	18,2	23,8	13,9	85,9	10,9	0,0
30/03/19	18,7	25,0	14,6	81,3	7,4	0,0
31/03/19	19,8	25,8	15,2	77,4	8,2	0,0
MARÇO	20,3	28,6	13,9	84,6	8,0	177,8

BASF S.A. - PONTA GROSSA MINI FARM
 Rodovia PR 513 - km 07 (Fazenda Escola),
 Tel.: 42-3235-1619, CNPJ: 48.539.407/0093-36
 Cx. Postal 2512, 84010-981, Ponta Grossa, PR, Brasil,



Data	Temperatura Média	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Umidade	Vento	Chuva
01/01/19	23,2	30,3	17,8	77,8	10,4	0,0
02/01/19	23,5	29,8	19,7	81,9	9,3	0,0
03/01/19	24,4	29,0	20,5	79,9	9,3	1,6
04/01/19	23,5	30,0	20,4	84,5	7,3	0,4
05/01/19	20,7	25,6	19,1	87,5	9,1	79,2
06/01/19	20,6	24,6	18,2	86,3	8,3	33,6
07/01/19	22,0	26,8	19,0	83,7	8,8	8,4
08/01/19	22,8	27,9	19,6	84,3	4,8	0,2
09/01/19	23,1	29,2	18,8	82,5	8,9	2,0
10/01/19	21,8	27,8	17,9	87,8	8,5	11,4
11/01/19	22,4	30,2	17,5	77,3	5,8	0,0
12/01/19	21,1	25,9	18,7	87,8	6,4	3,2
13/01/19	22,3	29,0	18,6	82,0	6,7	6,4
14/01/19	22,8	28,5	19,0	82,4	4,3	0,0
15/01/19	23,0	29,5	18,8	81,3	3,0	0,2
16/01/19	25,0	30,1	19,8	76,8	6,4	0,4
17/01/19	23,5	31,0	20,0	79,4	4,5	11,8
18/01/19	22,3	28,2	19,3	85,3	5,8	0,4
19/01/19	22,9	27,5	19,6	84,8	5,7	3,8
20/01/19	21,3	24,4	19,3	88,5	8,1	14,8
21/01/19	23,2	27,8	19,5	80,1	6,8	3,6
22/01/19	23,2	28,8	20,6	87,0	5,4	1,4
23/01/19	23,5	29,4	19,7	84,0	8,3	3,4
24/01/19	21,7	25,6	19,4	89,4	9,0	0,8
25/01/19	20,8	25,6	17,5	85,5	9,4	0,0
26/01/19	21,6	27,4	17,3	81,1	9,3	0,2
27/01/19	21,0	25,9	17,6	85,5	9,2	0,2
28/01/19	23,2	29,3	18,2	77,0	7,0	0,2
29/01/19	25,8	32,0	19,9	66,3	6,0	0,0
30/01/19	24,5	33,3	20,0	72,7	5,2	16,2
31/01/19	24,1	31,4	18,1	73,9	3,3	0,2
JANEIRO	22,7	33,3	17,3	82,1	7,1	204