

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DANILO RIBEIRO

ATRIBUTOS QUALITATIVOS DE FRUTOS DE MORANGUEIRO SUBMETIDOS À
HIDRORESFRIAMENTO E ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TIPOS DE
EMBALAGENS

PONTA GROSSA – PR
2020

DANILO RIBEIRO

ATRIBUTOS QUALITATIVOS DE FRUTOS DE MORANGUEIRO SUBMETIDOS À
HIDRORESFRIAMENTO E ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TIPOS DE
EMBALAGENS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Agronomia. Área de
Concentração: Agricultura. Linha de Pesquisa:
Fisiologia, Melhoramento e Manejo de Culturas.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

PONTA GROSSA – PR
2020

R484 Ribeiro, Danilo
 Atributos qualitativos de frutos de morangueiro submetidos à
 hidroresfriamento e armazenamento em diferentes tipos de embalagens /
 Danilo Ribeiro. Ponta Grossa, 2020.
 44 f.

 Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração: Agricultura),
 Universidade Estadual de Ponta Grossa.

 Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub.

 1. Morango. 2. Pós-colheita. 3. Hidroresfriamento. 4. Embalagem. 5.
 Armazenamento. I. Ayub, Ricardo Antonio. II. Universidade Estadual de Ponta
 Grossa. Agricultura. III.T.

 CDD: 634

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: **Atributos qualitativos de frutos do morangueiro submetidos a hidrosfriamento e armazenamento em diferentes tipos de embalagens**

Nome: **Danilo Ribeiro**

Orientador: **Ricardo Antonio Ayub**

Aprovado pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub


Profª Drª Juliana Bonametti Olivato


Profª Drª Eliane Dalva Godoy

Data da Realização: 28 de fevereiro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, inicialmente, à Deus, substância única e motivo da existência de todas as outras coisas, onde nenhuma outra realidade pode existir fora dele.

À todos os meus familiares, que nunca mediram esforços para apoiar minhas decisões e guiar meus passos. Em especial à minha esposa, Bruna, pelo suporte incondicional em todos os momentos necessários, por todo o amor e carinho que conduzem a formação da nossa família e ao nosso filho Joaquim, que em breve estará ao nosso lado trazendo novos sentidos e entusiasmos para nossas vidas.

Ao meu orientador, Professor Doutor Ricardo Antonio Ayub, por ter me aceito como seu orientado mesmo que em um período turbulento ao decorrer do curso, pela sua paciência, disponibilidade e orientações. Ao colega Alisson Fogaça pelos aconselhamentos e também a toda equipe do Laboratório de Biotecnologia Aplicada a Fruticultura da UEPG, em especial ao Lucas por todo o suporte na execução do trabalho, ao Wilson e a Keren pela disponibilidade em me auxiliar.

Agradeço a Universidade Estadual de Ponta Grossa, por toda a experiência de aprendizado proporcionada através de seus professores e demais colaboradores que fazem o programa ser possível. Também ao corpo da empresa Sole Hortifruti, por permitir o uso de suas estruturas e pelo fornecimento de todo o material necessário para a condução dos experimentos.

À todos que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente, sem vocês não seria possível.

“Forever trusting who we are, and nothing else matters.”

RESUMO

O fruto do morangueiro é muito apreciado por seu sabor em diversas partes do mundo. Seu cultivo tem grande importância social, devido à alta rentabilidade por unidade de área e a grande demanda por mão de obra na execução de seus tratos culturais. As propriedades físicas e morfológicas do morango fazem dele um fruto extremamente perecível. Garantir que o fruto chegue ao consumidor final com as características mais próximas possíveis das apresentadas no ponto em que foi colhido é o desafio das tecnologias pós colheita empregadas para o morango, para isso, técnicas de tratamentos pós colheita, emprego de embalagens adequadas e boas condições de armazenamento são importantes. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de hidroresfriamento, diferentes embalagens e diferenças entre armazenamento refrigerado ou não nas propriedades físico-químicas do morango. Foram avaliados presença de bolores visíveis, atributos de coloração, firmeza, características químicas como acidez titulável, pH de polpa e teor de sólidos solúveis e perda de massa. Os frutos foram submetidos a hidroresfriamento (H1), ou não (H0), embalados em embalagem perfurada (E2) ou envoltos por filme plástico (E1) e armazenados em temperatura ambiente (A0) ou a 8°C em câmara fria (A1). A interação entre essas diferentes técnicas consolidaram 8 tratamentos: H0E1A0, H0E2A0, H0E1A1, H0E2A1, H1E1A0, H1E2A0, H1E A1, H1E2A1O. O experimento foi conduzido em Ponta Grossa – PR, nas dependências da empresa Sole Hortifruti e no Laboratório de Biotecnologia Aplicada a Fruticultura da UEPG. As análises foram feitas no dia da colheita, e após um, três, cinco, sete e nove dias de armazenamento. Concluiu-se que o hidroresfriamento não alterou o acúmulo de sólidos solúveis e a acidez e também não alterou a dinâmica de coloração, firmeza e perda de massa. Essa técnica não permitiu prolongar o período de armazenamento, pois não inibiu a atividade de fungos. Embalagens perfuradas proporcionou dois dias a mais de armazenamento em temperatura ambiente em frutos não hidroresfriados, e também ocasionou maior tendência a perda de massa ao passar do tempo. O armazenamento refrigerado, de maneira geral, contribuiu para a manutenção das características dos frutos por um período de 9 dias, mantendo-os comercializáveis por esse período de tempo. Nenhum dos tratamentos alteraram os componentes responsáveis pelo sabor dos frutos.

Palavras-chave: Pós-colheita; Morango; Hidroresfriamento; Armazenamento; Embalagem.

ABSTRACT

The strawberry fruit is very appreciated for its flavor in all around the world. Its cultivation has big social importance, due its high profitability per área unit and great demand for labor to execute its cultural treatments. The physical and morphological properties of the strawberry become an extremely perishable fruit. Ensure that the fruit reaches the final consumer with the aspects as close as possible to the point at which it was harvested is the main challenge of the post-harvest technologies used for strawberries. Post harvest techniques, packaging and good storage conditions are important to make this possible. The objective of this paperwork was to evaluate the effects of hydrocooling, different packages and different types of storage at the presence of visible molds, coloring attributes, firmness, chemical characteristics such as titratable acidity, pulp pH and content of soluble substances and loss of mass in hydrocooled fruits (H1), or not (H0), packaged in perforated package (E2) or wrapped by plastic film (E1) and stored at room temperature (A0) or at 8 ° C in the cold chamber (A1). Interactions between those techniques made 8 procedures: H0E1A0, H0E2A0, H0E1A1, H0E2A1, H1E1A0, H1E2A0, H1E1A1, H1E2A1. The experiment was carried out in Ponta Grossa - PR, on the Sole Hortifruti facilities and on the Laboratory of Biotechnology Applied to Fruit Production at UEPG.. The analyses were made at the day of harvest, after one, three, five, seven and nine days of storage. It was concluded that hydrorescooling does not affect strawberry fisical and chemical products, nor does it alter color reproduction, firmness and loss of mass, but it also does not allow it to store for longer periods of time or inhibit fungi activities. The perforated packaging allowed two more days of storage at room temperature in non hydrocooled fruits, and also provided a greater tendency to lose mass over time. The cold storage, in general, contributed to the maintenance of the characteristics of the fruits for a period of 9 days, keeping them marketable for that period of time. None of the procedures changed the flavor components resources of the fruits.

Key words: Post harvest, Strawberry, Hydrocooling, Storage, Packing

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estrutura produtiva da empresa Sole Hortifruti..	19
Figura 2 -	Tanque preparado com água e gelo para a manutenção da temperatura a 1°C e processo de hidroresfriamento.....	20
Figura 3 -	Armazenamento de embalagens de morango nas estruturas do Laboratório de biotecnologia aplicada à fruticultura da UEPG.....	22
Figura 4 -	Presença de fungos e bolores visíveis em embalagens de morangos armazenados por três dias em temperatura ambiente.....	26
Figura 5 -	Média de luminosidade (L^*) dos tratamentos não hidroresfriados (H0) ao longo do tempo de armazenamento.....	28
Figura 6 -	Média de luminosidade (L^*) dos tratamentos hidroresfriados (H1) ao longo do tempo de armazenamento.....	28
Figura 7 -	Média dos valores de croma dos tratamentos não hidroresfriados (H0) ao longo do tempo de armazenamento.....	29
Figura 8 -	Média dos valores de croma dos tratamentos hidroresfriados (H1) ao longo do tempo armazenamento.....	29
Figura 9 -	Aparência de coloração entre tratamentos armazenados em temperatura ambiente em comparação com armazenamento refrigerado.....	30
Figura 10 -	Média dos valores de firmeza dos tratamentos estudados ao longo do tempo de armazenamento.....	31
Figura 11 -	Desvio padrão dos valores coletados para firmeza dos frutos submetidos aos tratamentos estudados ao longo do tempo de armazenamento.....	32
Figura 12 -	Média dos valores de sólidos solúveis, expressos em °Brix, dos tratamentos não hidroresfriados (H0) ao longo do tempo de armazenamento.....	33
Figura 13 -	Média dos valores de sólidos solúveis, expressos em °Brix, dos tratamentos hidroresfriados (H1) ao longo do tempo de armazenamento.....	33
Figura 14 -	Média dos valores de pH de polpa dos tratamentos não hidroresfriados (H0) ao longo do tempo de armazenamento.....	34
Figura 15 -	Média dos valores de pH de polpa dos tratamentos hidroresfriados (H1) ao longo do tempo de armazenamento.....	35
Figura 16 -	Média dos valores de acidez titulável dos tratamentos não hidroresfriados (H0) ao longo do tempo de armazenamento.....	35

Figura 17 - Média dos valores de acidez titulável dos tratamentos hidroresfriados (H1) ao longo do tempo de armazenamento.....	36
Figura 18 - Gráficos dos valores obtidos de perda de massa total das embalagens ao final do tempo de armazenamento expressas em porcentagem.....	37
Figura 19 - Gráficos dos valores obtidos de massa das embalagens ao decorrer do tempo para os tratamentos armazenados em temperatura ambiente (A0).....	37
Figura 20 - Gráficos dos valores obtidos de massa das embalagens ao decorrer do tempo para os tratamentos armazenados em câmara fria $8^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (A1).....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	PÓS COLHEITA DO MORANGO	14
3.2	HIDRORESFRIAMENTO E ARMAZENAMENTO	14
3.3	EMBALAGENS	16
4	MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1	CONDIÇÕES DE CULTIVO	18
4.2	COLHEITA E TRANSPORTE	19
4.3	HIDRORESFRIAMENTO	20
4.4	EMBALAGEM	21
4.5	ARMAZENAMENTO	22
4.6	CONSOLIDAÇÃO DOS TRATAMENTOS	22
4.7	AVALIAÇÕES DE ACOMPANHAMENTO	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1	BOLORES VISÍVEIS	26
5.2	ATRIBUTOS DE COR	27
5.3	FIRMEZA	30
5.4	ACIDEZ TITULÁVEL, pH DE POLPA E SÓLIDOS SOLÚVEIS	32
5.5	PERCA DE MASSA	36
6.	CONCLUSÕES	40
	REFERÊNCIAS.	41

1 INTRODUÇÃO

O morangueiro cultivado atualmente (*Fragaria x Ananassa*) é resultado da hibridação de duas espécies americanas, *Fragaria chiloensis* Mill. e *Fragaria virginiana* Duch. O cruzamento dessas espécies, diferente de seus parentais, geraram frutos de tamanho exuberante, com polpa avermelhada e sabor particular, sendo apreciados em todo o mundo principalmente no continente europeu (JONES, 1995). O morango, como consumidos, é classificado botanicamente como um pseudo-fruto ou infrutescência, o fruto verdadeiro, resultado da fecundação dos óvulos, é um aquênio, o qual é tratado de forma errada como a semente do morango (SILVA, 2007).

O cultivo do morango é de extrema relevância econômica e social para muitos municípios do Brasil, pelo fato de ser uma das culturas mais rentáveis por unidade de área cultivada e seus tratos culturais demandarem grande necessidade de mão de obra. Essa cultura se destaca na região Sul e Sudeste do país, regiões estas que totalizam 90% da superfície cultivada com esse fruto no território nacional (MUSA, 2016). O estado do Paraná figura como o segundo maior produtor do Brasil, atrás apenas de Minas Gerais (MADAIL, 2016).

Estima-se que 70% dos morangos brasileiros sejam destinados ao consumo “in natura”, e os outros 30% às necessidades da indústria, especialmente ao mercado de frutas e derivados congelados. Neste setor de congelados, a fruta com maior demanda no país continua sendo o morango, revelando seu grande potencial de ascensão nesse mercado (IBRAF, 2012). Mesmo se tratando de uma fruta altamente perecível, são observados excelentes resultados econômicos com exportação. Países como Estados Unidos da América, e Espanha, por exemplo, direcionam boa parte de suas produções para o mercado externo. Para que isso aconteça é necessário que se empregue a cadeia correta de distribuição, com minuciosos cuidados pós colheita, o que desestimula os produtores e agentes exportadores no Brasil (MADAIL, 2016).

As propriedades físicas e morfológicas do morango, e as rápidas alterações pós colheita, como perda de água, fazem com que esse fruto seja altamente perecível (ALMENAR *et al.* 2009; JIANG *et al.* 2001). As principais alterações que ocorrem após a colheita estão relacionadas à firmeza dos frutos, mudanças na coloração, e alterações na palatabilidade. A baixa durabilidade no armazenamento é associada a apodrecimentos, que na grande maioria são causados por fungos, também por percas de firmeza e alterações indesejadas na coloração que depreciam visualmente as características do fruto fresco (YANG *et al.* 2010).

O principal fator observado por consumidores para identificar a qualidade dos frutos é a coloração e suas alterações. Os consumidores julgam os frutos de coloração esverdeada como frutos menos doces, o que não os atrai comercialmente. Os frutos com aspecto mais avermelhado são associados com baixa durabilidade, e o consumidor apenas se interessa quando irá destinar para consumo imediato (DEL-VALLE *et al.* 2005). Busca-se um padrão intermediário que atenda as demandas comerciais para se determinar o melhor ponto de colheita do fruto.

Garantir que o fruto chegue ao consumidor final com as características mais próximas possíveis das apresentadas no ponto em que foi colhido é o desafio das tecnologias pós colheita empregadas para o morango. Hoje já é de conhecimento que a utilização de baixas temperaturas no período de armazenamento, transporte a longas distâncias e durante sua comercialização é de suma importância para a manutenção da qualidade dos frutos. Porém para que se possibilite o armazenamento prolongado, necessário para a segurança comercial da cadeia produtiva, apenas a redução da temperatura pode não ser suficiente para que se obtenha frutos com aspectos de frescor (MALGARIM *et al.* 2005), o que demanda constantes estudos em toda a cadeia pós colheita desse produto.

A eficiência de métodos de resfriamento de frutos vem sido testadas e aprimoradas ao longo do tempo. Entende-se que quanto mais rápido o fruto perder calor, melhor será o seu processo de armazenamento. A técnica de resfriamento rápido utilizando água, também conhecida por hidroresfriamento, já é estudada há muito tempo. Trabalho datado do ano de 1962 já estudava a qualidade e a aceitabilidade de frutos de morango hidroresfriados por consumidores do estado do Tennessee nos Estados Unidos da América (GOBLE; COOLER, 1962), desde então se aprimoram tecnologias para a execução da tecnologia e se demandam estudos em associação com técnicas de armazenamento. Esse método surge como alternativa de resfriamento mais eficiente do que apenas a acomodação em câmaras frias, e também é melhor avaliado quando comparado a métodos de resfriamento a fluxo de ar forçado, por exemplo.

Outra ferramenta que agrega para a manutenção de boas características de armazenamento é o emprego de embalagens. A demanda por produtos naturais embalados vem em constante crescimento nas últimas décadas. A versatilidade de materiais plásticos vem tomando espaço de embalagens tradicionais de outros materiais como vidro, papel e metal (SARANTOPOULOS *et al.* 2001). Diferentes tipos de embalagens são utilizadas para a

comercialização dos frutos de morango, cada qual com suas características específicas e pontos positivos e negativos, que devem ser conhecidos e estudados. As características físicas dos interiores de embalagens, como favorecimento (ou não) de trocas gasosas, manutenção de umidade, entre outras, pode favorecer o desenvolvimento de micro organismos indesejados na fase de armazenamento, como fungos decompositores, bem como desencadear reações fisiológicas que iniciem o processo de degradação do produto.

A escolha correta entre tratamentos pré e pós-colheita, tipo de embalagem e forma de armazenamento é de fundamental importância para a manutenção da qualidade dos frutos armazenados. A dinâmica da interação entre fatores envolvidos no processo pós-colheita deve ser constantemente estudada para o prolongamento da vida útil de produtos perecíveis que necessitam ser armazenados por maiores períodos de tempo, e assim incrementando a cadeia comercial de toda essa atividade produtiva.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar tratamentos que aumentem a vida útil de frutos de morango, mantendo por maior período de tempo as características de frutos frescos e padrão comercial, tomando como parâmetro as observações de firmeza, cor instrumental, pH de polpa, teor de sólidos solúveis e acidez titulável. Analisar esses parâmetros em frutos submetidos ou não a hidroresfriamento; acomodados em dois diferentes tipos de embalagem; e armazenados a 8°C ou em temperatura ambiente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

(i) Avaliar os atributos físico-químicos que qualificam comercialmente frutos de morango em função dos tratamentos pós colheita em questão.

(ii) Observar os efeitos causados pelo processo de hidroresfriamento aos frutos.

(iii) Entender as diferenças entre dois diferentes tipos de embalagem e avaliar o que a atmosfera em que os frutos são submetidos pode alterar em seus atributos físico-químicos.

(iv) Avaliar as principais diferenças do uso de armazenamento refrigerado perante ao armazenamento em condições de temperatura ambiente.

(v) Observar como os tratamentos em análise propiciam, ou não, o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos que depreciam o valor comercial dos frutos.

(vi) Qualificar os tratamentos buscando o método capaz de preservar as características de frutos frescos, que possa a vir possibilitar, dessa maneira, o armazenamento por períodos mais longos de tempo apresentando viabilidade comercial, com frutos firmes, de boa coloração e sem a presença de bolores visíveis.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PÓS COLHEITA DO MORANGO

A pós colheita de morango tem como norte os cuidados com a fragilidade mecânica, a susceptibilidade alta a fungos e ao alto metabolismo respiratório dos frutos, características que tornam os frutos perecíveis em curtos espaços de tempo (CANTILLANO, 2016). O sucesso da manutenção das características desejadas durante o armazenamento depende do conhecimento da fisiologia, da maturação e as alterações que ocorrem após o fruto ser desligado da planta.

Por se tratar de um fruto não climatérico, as alterações bioquímicas acontecem com os frutos ainda ligados a planta mãe. Pode-se dividir o processo de desenvolvimento do fruto nas etapas crescimento, maturação e senescência. No crescimento o fruto passa por uma grande taxa de divisão celular, expandindo o seu tamanho. Durante a maturação ocorrem as mudanças de cor, alteração da textura, acúmulo de açúcar e redução de ácidos orgânicos, fase onde as características sensoriais são determinadas. Durante a senescência destaca-se a perda de integridade das membranas, por ser uma etapa de maior degradação do que processo de sínteses (TAIZ *et al.*, 2017) (CHITARRA *et al.*, 2005).

Para que se evite a incidência de fungos no interior de embalagens, técnicas antes da colheita já são utilizadas, como a aplicação de fungicidas específicos pré colheita. As dificuldades encontradas estão relacionadas à disponibilidade de produtos comerciais com baixos períodos de carência e também a indução de resistência dos patógenos em nível de campo (MYRESIOTIS *et al.*, 2007). A alteração da atmosfera em que os frutos estão armazenados também influencia o desenvolvimento de fungos bem como a atividade respiratória do morango (NADAS *et al.*, 2003).

3.2 HIDRORESFRIAMENTO E ARMAZENAMENTO

Boas práticas de colheita associadas a tratamentos pós colheita adequados são fundamentais para a manutenção das características físico-químicas desejadas para os frutos de morango durante seu período de armazenamento. Uma longa vida de prateleira é objeto de desejo entre produtores e comerciantes dessa fruta. Armazenados a 0°C, frutos pré-resfriados, tratados com luz UV-C e embalados com filme de polietileno, mantém sua qualidade por nove dias e suporta mais três dias de armazenamento a 8°C (MALGARIM, 2006).

A técnica empregando a água como meio de resfriamento rápido de frutos após a colheita é uma alternativa a outros modelos utilizados, como por exemplo, ar forçado e câmaras de resfriamento. As câmaras convencionais devem ser utilizadas apenas para a conservação ou manutenção da temperatura de produtos já previamente resfriados de forma rápida, pelo fato de possuírem menor eficiência de resfriamento. Em trabalho utilizando laranjas, o hidroresfriamento diminuiu a temperatura dos frutos 58% mais rápido do que ar forçado (TERUEL *et al.* 2001), concordando com trabalhos mais antigos utilizando outros tipos de frutos, onde a eficiência foi até seis vezes superior (ASHRAE, 1994) e três vezes superior (DINCER; GENÇELİ, 1994).

Além de levar menos tempo para a redução da temperatura da polpa dos frutos, o hidroresfriamento, associado à embalagem com filme de poli (cloreto de vinila) (PVC), promoveu melhor qualidade de cor no período de armazenamento quando comparado ao resfriamento por ar forçado. A cor se manteve mais intensa e com aspecto de fruto fresco, e retardou o escurecimento da polpa. Melhores características de firmeza e menor perda de massa também foram observadas após o tratamento em água (FERREIRA *et al.* 2006).

Os frutos de morango são altamente perecíveis e muitas vezes se tornam impróprios para o consumo devido à incidência de fungos fitopatogênicos. A utilização de água para o seu resfriamento faz com que os frutos sejam embalados molhados ou com um alto teor de água livre em sua superfície. Jacomino *et al.* (2011) observou maior número de frutos lesionados após o hidroresfriamento ao comparar com frutos resfriados por ar forçado mas atribuiu esse resultado ao fato de o fruto ser mais manuseado nesse processo de resfriamento, e descartou o fato da umidade presente dentro da embalagem induzir o desenvolvimento de patógenos.

Fungos como *Botrytis cinerea* tem grande importância no apodrecimento de frutos de morango em pós colheita, assim como potencial de danos econômicos nas lavouras causando a doença conhecida como mofo cinzento (SHTIENBERG, 2004), sendo considerado grande problema pelo difícil controle de forma química assim como pelo fato de ser observado desenvolvimento de resistência a fungicidas usuais (LEROCH *et al.* 2013). A germinação de seus esporos acontece muitas vezes em gotas ou filmes de água (JARVIS, 1962), condição favorecida pelo processo de embalagem do morango com alto teor de umidade retirado do hidroresfriamento e acondicionado em bandejas seladas por filmes.

Ao se tratar de controle de patógenos, a técnica de hidroresfriamento permite que sejam utilizados sanitizantes na água. O uso desse tipo de produto reduz a contaminação microbiana (GEREFFI, 2014). Muitos fatores devem ser levados em consideração para a escolha do sanitizantes a serem utilizados, muitos já tem sua aplicabilidade comprovada nesse modelo de resfriamento, o que causa um melhor aproveitamento das operações pós-colheita (TOKARSKYY *et al.* 2015). A associação de hidroresfriamento (5°C), embalagem para alteração passiva da atmosfera e armazenamento a frio (5°C), são recomendados para melhores resultados de vida útil para vagem minimamente processada (PALHARINI *et al.* 2016).

3.3 EMBALAGENS

O emprego de embalagens plásticas pode ou não acarretar na modificação da atmosfera interna. Essa alteração pode ser obtida passivamente quando se trata de vegetais frescos embalados, devido à respiração do vegetal e à taxa de permeabilidade a gases da embalagem. A magnitude da alteração dos gases depende da área superficial da embalagem em relação à massa do produto; volume do espaço livre dentro da embalagem e suas características de permeabilidade; atividade respiratória do produto; temperatura de armazenamento, dentre outros (ARRUDA *et al.*, 2009).

O uso de filmes plásticos envolvendo cumbucas de frutos de morango é tratado como embalagem padrão de comercialização nas centrais estaduais de abastecimento (CEASA) em todo o país. O filme de PVC é de fácil manipulação, baixo custo, e o principal motivo do seu emprego é impedir a desidratação dos frutos (YAMASHITA, 2006). O seu uso propicia uma atmosfera modificada no interior da embalagem, com alta concentração de dióxido de carbono (CO₂) o que reduz a atividade respiratória dos frutos embalados, podendo aumentar sua vida útil por retardar processos de degradação (KLUGE *et al.* 1999; YAMASHITA *et al.* 2001; PFAFFENBACH, 2003).

Ao comparar as embalagens convencionais a morangos armazenados sem uso de filmes de PVC, Yamashita (2006) concluiu que o emprego da cobertura das cumbucas preserva melhor a coloração dos frutos, reduz a taxa respiratória e consequentemente acarreta em menor perda de massa. Em até seis dias de armazenamento não foi observada a presença de bolores visíveis nos frutos embalados, ao contrário da testemunha sem filme. A justificativa para esse resultado é que a alta concentração de CO₂ diminui também a atividade

respiratória de fungos, diminuindo sua capacidade de reprodução. Após 10 dias armazenados a 12°C ambos os tratamentos estavam impróprios para consumo.

A redução da taxa respiratória de vegetais embalados em PVC propicia menor perda de massa, porém podem propiciar condições favoráveis para apodrecimentos (AYUB, 2010). Pelo fato de o filme manter a umidade interna na embalagem, frutos submetidos à hidroresfriamento podem estar mais vulneráveis a ataque de patógenos quando embalados em recipientes que dificultam as trocas gasosas.

Embalagens perfuradas propiciam menor concentração de CO₂ em seu interior ao longo do período de armazenamento quando comparadas com as embalagens sem perfuração. O tamanho, bem como a quantidade, dos furos presentes influenciam diretamente as trocas gasosas, e em geral embalagens mais perfuradas, ou com furos maiores, apresentam em seu interior maior concentração de O₂ e menor de CO₂, por não ter um controle efetivo da atmosfera (SANZ *et al.* 2000). Alta concentração de oxigênio no interior das embalagens podem causar alterações na cor, odor e sabor dos frutos (SUPPAKUL *et al.* 2003) além de propiciar o desenvolvimento de bactérias aeróbicas e fungos (GUYNOT *et al.* 2003). Por outro lado, a alta concentração de gás carbônico induz a fermentação, com a formação anaeróbica de glicose o que causa a alteração indesejada do sabor (SUPPAKUL *et al.* 2003).

Busca-se uma condição ótima em que a temperatura de armazenamento atrelada a um modelo adequado de embalagem, propicie a concentração ótima de gases, assim mantendo a qualidade desejada para frutos de morango e prevenindo de ataque de patógenos e outros fatores que possam vir a reduzir a vida útil desse produto.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na cidade de Ponta Grossa-PR no mês de outubro de 2019, utilizando-se das dependências da empresa Sole Hortifruti e do Laboratório de Biotecnologia aplicada à Fruticultura da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Os frutos utilizados foram produzidos na unidade produtiva da Sole (Latitude: -25.023818; Longitude: -50.265563; Altitude: 902m), e de lá transportados até o laboratório situado no Campus Uvaranas da UEPG onde foram submetidos a análises e aos processos de hidrofriação e embalagem.

4.1 CONDIÇÕES DE CULTIVO

Foram utilizados frutos da variedade San Andreas cultivados em estufas e no sistema semi-hidropônico. Os *slabs* que sustentam as plantas são cheios com substrato Lupatec®, da empresa Lupa Substratos, composto unicamente por casca de pinus e turfa nas proporções de 70% e 30% respectivamente. O sistema de irrigação fornece água e solução nutritiva de maneira localizada ao sistema radicular através de fita gotejadora que passa pelo interior dos *slabs*, com emissores espaçados em 10 cm entre eles. As plantas estão dispostas em linhas duplas de cultivo espaçadas em 15 cm entre plantas e 30 cm entre linhas. Os *slabs* estão suspensos do solo a uma altura de 1m, acomodados em estrutura de concreto e arames. A estufa de onde foram coletados os frutos possui medida de 21 m de largura x 51 m de comprimento, totalizando 1071 m² cobertos em bloco único. O pé-direito é de 4m de altura, e no centro do arco a altura atinge 5m sendo o ponto mais alto. Toda a extensão lateral da estufa assim como os “janelões” nos arcos superiores são mantidos abertos para que não ocasionem um aumento indesejado da temperatura interna, sendo fechados apenas em situações de precipitação pluviométrica para que não permitam que as folhas e frutos sejam molhados.

O fornecimento de água é realizado três vezes ao dia, sendo a primeira irrigação realizada com solução nutritiva e as outras duas com água pura, como parte do manejo da salinidade do meio de cultivo. A solução é composta por Nitrato de Cálcio (500g), Nitrato de Potássio (360g), Fosfato Monoamônico - MAP (70g), Sulfato de Magnésio (300g), Sulfato de Potássio (430g) e coquetel de micronutrientes da marca KSC Mix® (50g), sendo essas doses citadas utilizadas para cada 1000 l de água, resultando em uma condutividade elétrica de entrada (EC) de 1,8µS. O manejo fitossanitário é realizado com aplicação de fungicidas e inseticidas químicos e biológicos em função dos dados coletados no programa de

monitoramento interno da empresa, respeitando doses recomendadas em bula e período de carência para colheitas.

Figura 1 - Estrutura produtiva da empresa Sole Hortifruti. Ponta Grossa – PR, 2019. Ponta Grossa – PR, 2019.



Fonte: o Autor.

Nota: Disposição de fileiras de plantio no interior das estufas (a) e sistema de sustentação das plantas em *slabs* sobre as bancadas (b).

4.2 COLHEITA E TRANSPORTE

A colheita foi realizada na manhã do dia 25/10/2019, com início às 7h pela equipe interna especializada obedecendo aos padrões sanitários vigentes na propriedade, que inclui uso de roupas sanitizadas e luvas descartáveis de látex. Na data da colheita, as plantas colhidas se apresentavam com 143 dias após o transplante (DAT), logo, já não se tratava dos frutos de primeira florada, que podem trazer características visuais e de tamanho atípicos do restante da safra. O ponto de colheita determinado foi de pelo menos 75% do fruto com coloração vermelha intensa. No momento da colheita, os frutos foram acomodados em caixas perfuradas de plástico rígido, popularmente conhecido como “catadeiras”, com capacidade máxima de 2 kg de frutos, propícias para o transporte. Os frutos então, só voltariam a ser tocados no momento de serem embalados, garantindo a mínima manipulação possível.

Ao término da colheita do volume necessário de frutos para o desenvolvimento do experimento, as catadeiras foram transportadas até o Laboratório de Biotecnologia Aplicada à Fruticultura, situado a 25 km de distância da propriedade.

4.3 HIDRORESFRIAMENTO

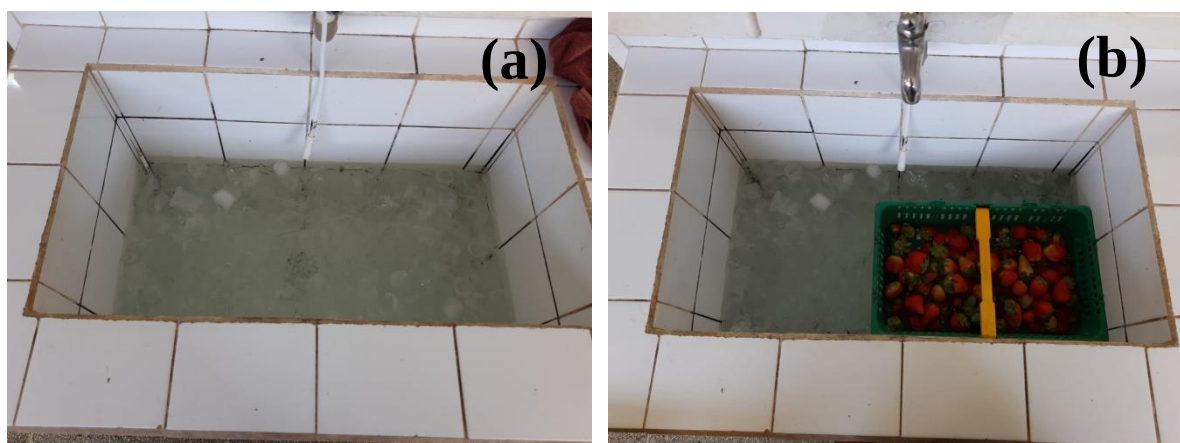
Ao momento que chegaram ao laboratório, as quantidades necessárias de frutos a serem destinadas a tratamentos com hidroresfriamento imediatamente foram submetidas a tal,

ao passo que outra quantidade foi submetida às análises dos parâmetros analisados, com o objetivo de se ter os dados para caracterizar do lote de frutos no momento de sua colheita, sem ter sofrido nenhum tratamento. Esse lote foi tratado como “T0” e utilizado para a comparação perante aos frutos submetidos aos tratamentos.

O processo de hidroresfriamento foi realizado em um tanque previamente esterilizado com água sanitária, o qual foi cheio com aproximadamente 30 l de água destilada, volume suficiente para submergir por completo a catadeira utilizada para o transporte. Foi adicionado gelo, preparado com água destilada no próprio laboratório, para manutenção da temperatura da água a 1°C, a qual era constantemente aferida durante a execução do procedimento como sugerido por Ferreira *et al.* (2006). Uma placa de vidro foi acomodada na face superior da catadeira, com o intuito de não permitir que os frutos, assim que submersos, boiassem e extravasassem o recipiente.

O procedimento consistiu em manter os frutos completamente submersos em água gelada por um período de 5 minutos cronometrados, para que perdessem o seu calor de campo de maneira rápida. Assim que completado o tempo determinado, as catadeiras foram retiradas do tanque e deixadas para que se escoresse o excesso de água de seu interior para então passar para o processo de embalagem.

Figura 2 - Tanque preparado com água e gelo para a manutenção da temperatura a 1°C (a) e processo de hidroresfriamento (b). Ponta Grossa – PR, 25/10/2019.



Fonte: o Autor.

4.4 EMBALAGEM

Os frutos foram embalados simulando as condições padrões de comercialização, onde são acomodados morangos sobrepostos em duas camadas, sendo que na camada superior

esses são organizados lado a lado obedecendo a padrões similares de tamanho dos frutos que compõem a parte “visível” e atrativa comercialmente da embalagem consolidada. Foram embalados valores aproximados de 250 g de frutos por embalagem, valor que variou em função da melhor organização de frutos embalados. Uma seleção visual foi feita no momento da embalagem, visando eliminar frutos destoantes com o estágio de maturação ou com presença de deformidades e lesões.

No procedimento de embalagem foram utilizados dois tipos de embalagens plásticas, conforme descrição a seguir:

- 1) Embalagem 1 (E1): Cumbucas convencionais de poli (tereftalato de etileno) (PET), de dimensões 163 mm x 90 mm x 35 mm com espessura mínima de 12 μm , que depois de cheias com morangos, foram envoltas por filme extensível de poli (cloreto de vinila) (PVC) 9 μm .
- 2) Embalagem 2 (E2): Embalagem PET Alupet® A34, de dimensões 165 mm x 95 mm x 30 mm com espessura mínima de 15 μm . Ta embalagem possui tampa do mesmo material perfurada na face superior e dispensa o uso de filmes.

A principal diferença entre as duas, e também o que faz ser o objeto de estudo no presente trabalho, é a diferente dinâmica de trocas gasosas propiciadas por elas. Enquanto E1, vedada por um filme, é capaz de alterar a atmosfera interna favorecendo um acúmulo de CO_2 afetando diretamente a atividade respiratória de organismos ali presentes, a E2 nos oferece o contrário, permitindo livre respiração e trocas gasosas pelos seus orifícios nas tampas.

Ainda durante o processo de embalagem, foram adicionadas etiquetas com identificações referentes aos tratamentos aos quais foram submetidas, para facilitar o processo de avaliação. As informações contidas nas etiquetas estão descritas na Tabela 1. Também foi adicionada uma diferente identificação demarcando em qual período de tempo essa embalagem seria avaliada, como forma de garantir uma melhor aleatorização nas datas de análises, essas traziam as escritas T1, T2, T3, T4 e T5, referente aos 5 tempos em que seriam analisadas.

4.5 ARMAZENAMENTO

Uma vez prontas e devidamente identificadas, as embalagens passaram para o armazenamento conforme o tratamento que lhes competiam. Foram utilizadas duas formas de armazenamento: temperatura ambiente e refrigerada. Os frutos armazenados em temperatura ambiente foram acomodados em posições aleatórias sobre bancada no interior do laboratório, não foram restringidos da luz solar tendo em vista que o presente experimento buscou simular condições reais de comercialização as quais as embalagens são comumente submetidas. Os armazenados em condições de refrigeração foram organizados aleatoriamente no interior de câmara fria de uso interno do laboratório e mantidos a temperatura de 8°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Figura 3 - Armazenamento de embalagens de morango nas estruturas do Laboratório de biotecnologia aplicada à fruticultura da UEPG. Ponta Grossa – PR, 25/10/2019.



Fonte: o Autor.

Nota: Embalagens dispostas aleatoriamente em bancada sem controle de temperatura (a), e armazenamento em prateleiras no interior de câmara fria com temperatura de 8°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) (b).

4.6 CONSOLIDAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Totalizaram, para esse experimento, oito tratamentos conforme descritos na Tabela 1. A interação entre a técnica de hidroresfriamento, embalagem e forma de armazenamento geraram os tratamentos em questão. A nomenclatura de cada um foi baseada ao que cada qual foi submetido nos procedimentos pós colheita. Cada um deles contou com três repetições para cada um dos cinco períodos de avaliação, logo, para cada tratamento foram preparadas 15 embalagens (5 tempos x 3 repetições).

TABELA 1 - Consolidação dos tratamentos em função das técnicas às quais os frutos foram submetidos. A nomenclatura dada a cada tratamento figurou nas etiquetas juntamente com a demarcação prévia do período de tempo para avaliação. Ponta Grossa – PR, 2020.

Hidroresfriamento	Armazenamento	Embalagem	Tratamento
Não Hidroresfriado (H0)	Temperatura Ambiente (A0)	Embalagem 1 (E1)	H0A0E1
		Embalagem 2 (E2)	H0A0E2
	Câmara fria 8°C (A1)	Embalagem 1 (E1)	H0A1E1
		Embalagem 2 (E2)	H0A1E2
Hidroresfriado (H1)	Temperatura Ambiente (A0)	Embalagem 1 (E1)	H1A0E1
		Embalagem 2 (E2)	H1A0E2
	Câmara fria 8°C (A1)	Embalagem 1 (E1)	H1A1E1
		Embalagem 2 (E2)	H1A1E2

Fonte: o Autor.

4.7 ANÁLISES DE ACOMPANHAMENTO

Durante as avaliações, foram tomadas medidas de cor instrumental, sólidos solúveis e firmeza dos frutos em seus estados inteiros. Após isso, os mesmos foram macerados para extração do seu suco, o qual foi submetido a medidas de pH de polpa e processo de titulação para a determinação da acidez titulável. O primeiro turno de avaliação iniciou na mesma data de instalação do experimento (25/10). Foram tomadas as medidas de 15 frutos assim que chegaram do campo ao laboratório, essa avaliação foi tratada como Tempo 0 (T0) e utilizada como parâmetro para determinação das características de frutos frescos. As demais avaliações tiveram sua data e o tempo de armazenamento descrito na Tabela 2.

TABELA 2 - Descrição de datas das avaliações realizadas e respectivos períodos de tempo em armazenamento das embalagens em análise. Ponta Grossa – PR, 2020.

Avaliação	Data	Dias de armazenamento
T0	25/10/2019	0
T1	26/10/2019	1
T2	28/10/2019	3
T3	30/10/2019	5
T4	01/11/2019	7
T5	03/11/2019	9

Fonte: o Autor.

O processo de avaliação iniciou com a coleta das embalagens de sua área de armazenamento. Nesse momento foram avaliadas visualmente uma a uma para a determinação da presença ou não de bolores visíveis. Apenas após tal avaliação as embalagens foram abertas. Para as tomadas de medidas foram selecionados aleatoriamente cinco frutos de cada embalagem. Depois de realizadas as medições feitas em frutos individuais (cor, firmeza e sólidos solúveis) os cinco frutos foram unidos e macerados a mão com o auxílio de um recorte de tecido-não-tecido (TNT), formando desses 5 uma única amostra de suco, a qual representaria uma embalagem nas medidas de pH de polpa e acidez titulável. Para a acidez, o mesmo suco deu origem a três repetições para redução do erro na metodologia adotada. O procedimento foi repetido para cada uma das três repetições de cada um dos oito tratamentos, gerando assim 15 medidas de cor instrumental, firmeza e sólidos solúveis, 9 medidas de acidez titulável e 3 medidas de pH de polpa para cada tratamento.

As análises iniciaram sempre pela medida da coloração, por ser o único parâmetro determinado de maneira não destrutiva do fruto, para isso foi utilizado colorímetro digital Konica Minolta Chroma meter CR-400, que realiza leituras de L^* , a^* e b^* . Foi feita uma medição por fruto e a partir dos valores obtidos é possível calcular o croma através da fórmula que segue e atrelá-lo com a luminosidade de cada um.

$$\text{Valor de Croma} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

Os cinco frutos escolhidos aleatoriamente de cada embalagem, assim que aferidos quanto à cor, foram organizados em fileiras para que se realizasse as demais medidas na mesma ordem, garantindo que se pudesse organizar as medidas de todos os parâmetros do mesmo fruto.

A medida da firmeza foi realizada com penetrômetro Force Gauge DD-200, equipado com ponteira de 8 mm de diâmetro. O fruto era perfurado até a marcação da ponteira e coletado o maior valor obtido. O equipamento fornece os valores na unidade Newtons (N). Da lesão causada ao fruto no processo de perfuração, era extraída uma pequena quantidade de suco, colocada diretamente em refratômetro manual Modelo 103 (Biobrix, São Paulo, Brasil) para a determinação do teor de sólidos solúveis totais.

Assim que acumulados os 5 frutos da mesma embalagem com todas as medidas realizadas, deles foram retiradas as sépalas e em seguida cortados pela metade para serem macerados a mão com auxílio de um recorte de TNT. Do suco extraído foi aferido o pH da

polpa, utilizando um pHmetro de bancada. Na sequência o suco foi utilizado no processo de titulação. Foram adicionados 5 mL do suco para 45 mL de água em um becker para compor uma amostra, essa foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH) 1N, adicionado gota a gota com o auxílio de uma pipeta. No interior do becker foi colocado um agitador magnético e o sensor do pHmetro, o NaOH foi adicionado até que o pH da solução atingisse 8,1. Foram realizadas 3 repetições para cada suco extraído. A partir da quantia da base utilizada pode ser determinada a acidez titulável através da fórmula como segue:

$$\% \text{ ácido málico} = \frac{Vb \text{ (ml)} \times Nb \times 0,067 \times 100}{10}$$

Onde: Vb = Volume da base

Nb = Normalidade da base

0,067 = miliequivalente para ácido málico

As embalagens demarcadas com T5 foram pesadas ao final do dia de avaliação, para determinação da perda de massa. Para isso foi utilizada balança de precisão. Foram selecionadas as demarcadas por T5, pois seriam as únicas submetidas ao processo de armazenamento pelo máximo período de tempo previsto.

Todos os procedimentos foram exatamente iguais nos cinco diferentes dias de avaliações. Embalagens que apresentavam predominância de frutos infectados com bolores visíveis eram descartadas e não avaliadas pelo fato de já não atenderem padrão de comercialização, descontinuando a presença do seu tratamento no restante do trabalho.

Os dados foram analisados quanto à variabilidade através do desvio padrão ao longo do tempo. As médias dos diferentes tratamentos foram comparadas através do intervalo de confiança para cada tempo de avaliação, em que os intervalos representaram a probabilidade de 95% da média populacional se encontrar. Então, caso os intervalos não se sobreponham, considera-se que não há chance de as médias populacionais serem iguais (BIRD, 2004). Os cálculos estatísticos foram realizados no software R (R CORE TEAM, 2020) e os gráficos foram plotados em planilha eletrônica.

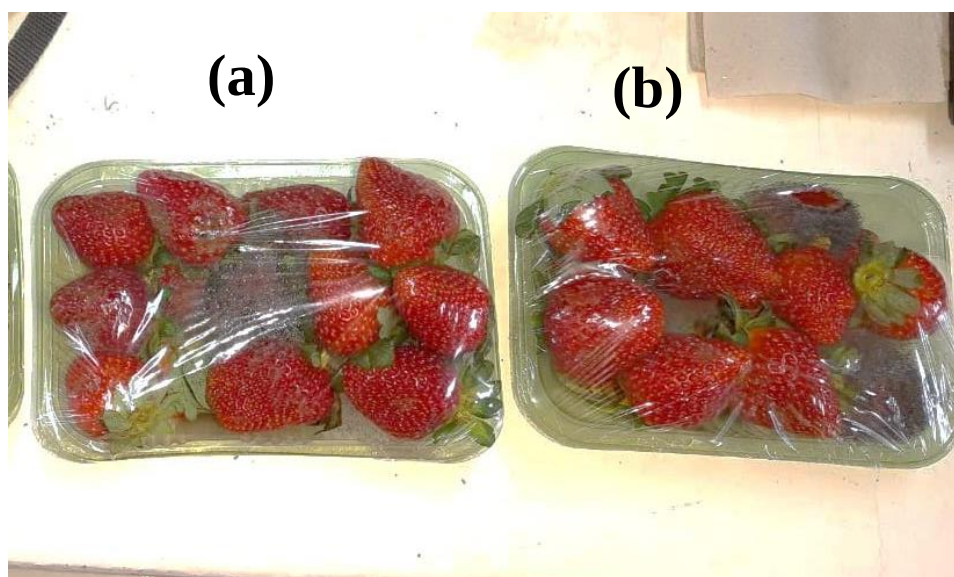
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 BOLORES VISÍVEIS

A presença de fungos e bolores visíveis no interior das embalagens depreciam os frutos, os tornam impróprios para consumo e mesmo que apenas um fruto se apresente infectado condena o valor comercial de toda a embalagem. A presença desses patógenos inviabilizaram as avaliações, logo, assim que detectado bolores, as embalagens foram descartadas.

Observou-se que até o terceiro dia de armazenamento nenhum dos tratamentos foi condenado. A partir do quinto dia apenas os tratamentos A1 (armazenados em câmara fria) tinham condições de serem avaliados, com exceção do H0A0E1, armazenado em temperatura ambiente, que teve nesse dia sua última avaliação possível.

Figura 4 - Presença de fungos e bolores visíveis em embalagens de morangos armazenados por três dias em temperatura ambiente. Ponta Grossa – PR, 28/10/2019



Fonte: o Autor.

Nota: Embalagem (a) referente ao tratamento H1A0E1 e (b) ao H0A0E1.

O hidroresfriamento não garantiu maior vida útil aos frutos quanto à infecção de patógenos no interior das embalagens, sendo assim, essa técnica isolada não permitiu que se abrisse mão de refrigeração no período de armazenamento. Tokarskyy *et al.* (2015) percebeu a necessidade da adição de sanitizantes ao processo para que essa técnica traga efeitos positivos contra a presença de bolores.

Embalagem perfurada também não se mostrou mais eficiente, tendo em vista que o tratamento sem refrigeração utilizando a embalagem envolta por filme plástico, sem trocas gasosas, propiciou dois dias a mais de armazenamento. Fato similar foi observado por Cunha Junior *et al.* (2012), que ganhou dois dias a mais de armazenamento ao manter os frutos expostos à uma concentração mais alta de gás carbônico (CO_2), inviabilizando a atividade de fungos patogênicos até 8 dias de armazenamento. Entende-se que houve acúmulo maior de CO_2 na embalagem envolta por filme, ao considerar o processo de respiração do fruto e o impedimento a trocas gasosas propiciadas pela embalagem.

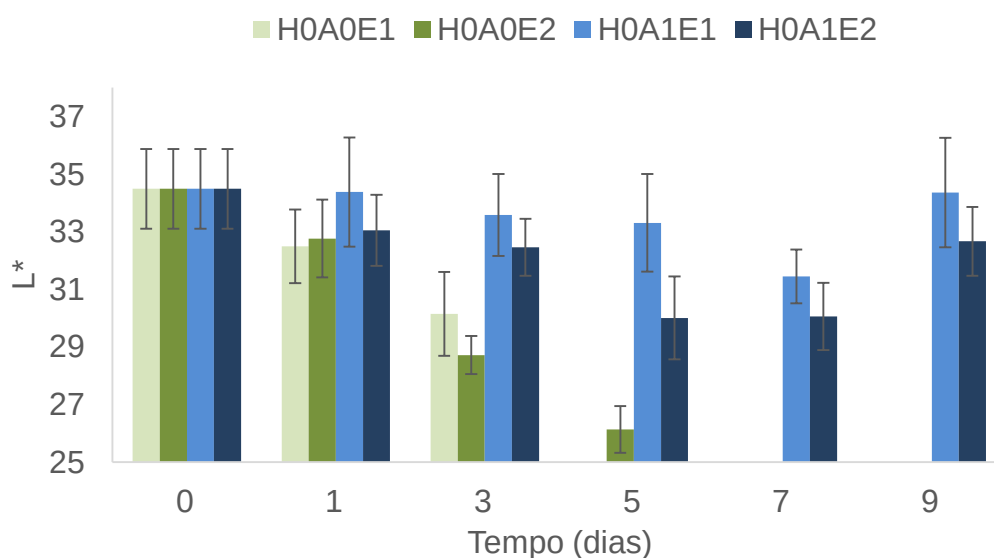
Conclui-se que tanto o hidroresfriamento quanto as diferentes embalagens não apresentaram diferenças neste aspecto quando armazenados com refrigeração, concluindo que a cadeia de frio para armazenamento e transporte de morango é imprescindível independente das técnicas de embalagem empregadas. Quando necessário que se armazene em temperatura ambiente, recomenda-se que se embalem os frutos secos, envoltos em filme que não permita trocas gasosas com o meio alterando a atmosfera interna da embalagem com o decorrer do tempo, para que se ganhe mais tempo de prateleira perante a infecção por patógenos.

5.2 ATRIBUTOS DE COR

O principal fator observado por consumidores para identificar a qualidade dos frutos é a coloração e suas alterações (DEL-VALLE *et al.* 2005). Levou-se em consideração nas avaliações os valores obtidos de luminosidade da cor (L^*) diretamente do colorímetro, e o valor do croma calculado a partir dos valores obtidos das coordenadas cromáticas a^* e b^* .

Pode-se observar através das Figuras 5 e 6 que ao decorrer do tempo os tratamentos armazenados em temperatura ambiente (H0A0E1; H0A0E2; H1A0E1; H1A0E2), independente das outras variáveis, mostraram valores decrescentes de L^* , caracterizando escurecimento dos frutos. Os demais (H0A1E1; H0A1E2; H1A1E1; H1A1E2), armazenados em câmara fria, apresentaram sutil diminuição dos valores, mas terminaram o período de 9 dias com valores iguais aos frutos analisados no tempo 0. De maneira geral, os frutos armazenados na embalagem perfurada (E2) apresentaram valores médios de L^* menores quando em comparação com a embalagem com filme (E1), porém o intervalo de confiança dos dados não permitiu concluir diferença significativa entre esses tratamentos. O hidroresfriamento não afetou os valores dessa variável.

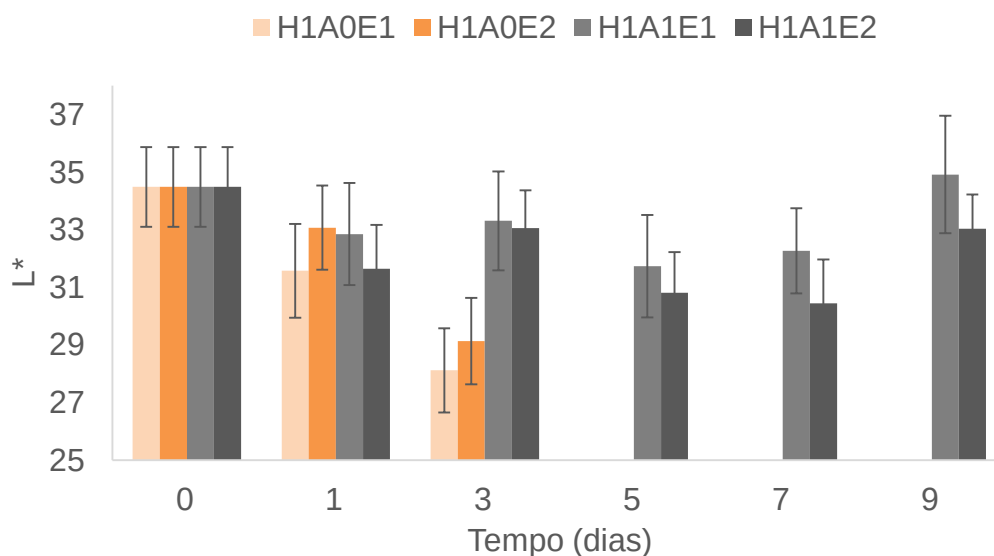
Figura 5 - Média de luminosidade (L^*) dos tratamentos não hidro resfriados (H0) ao longo do tempo de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

Nota: As barras verticais representam a média e as horizontais o intervalo de confiança ($p=0,95$). Tons verdes para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e azuis para refrigerados (A1).

Figura 6 - Média de luminosidade (L^*) dos tratamentos hidroresfriados (H1) ao longo do período de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



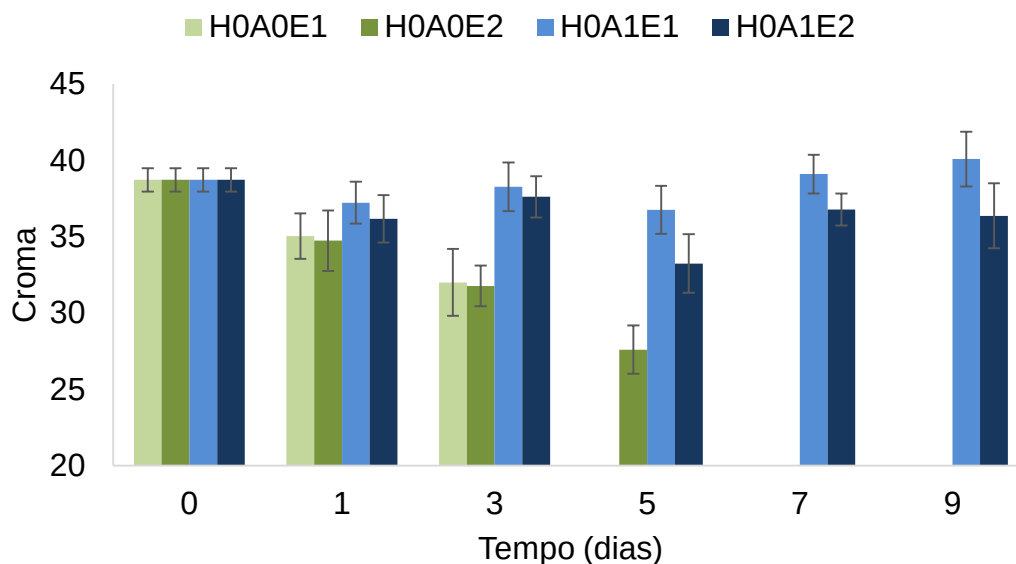
Fonte: o Autor.

Nota: As barras verticais representam a média e as horizontais o intervalo de confiança ($p=0,95$). Tons laranjas para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e cinzas para refrigerados (A1).

Para a conclusão quanto a composição total da cor, levou-se em consideração os dados obtidos em L^* e também a observação do croma, tendo em vista que são informações

complementares. Os resultados obtidos da execução da fórmula podem ser observados nas figuras 7 e 8 conforme segue.

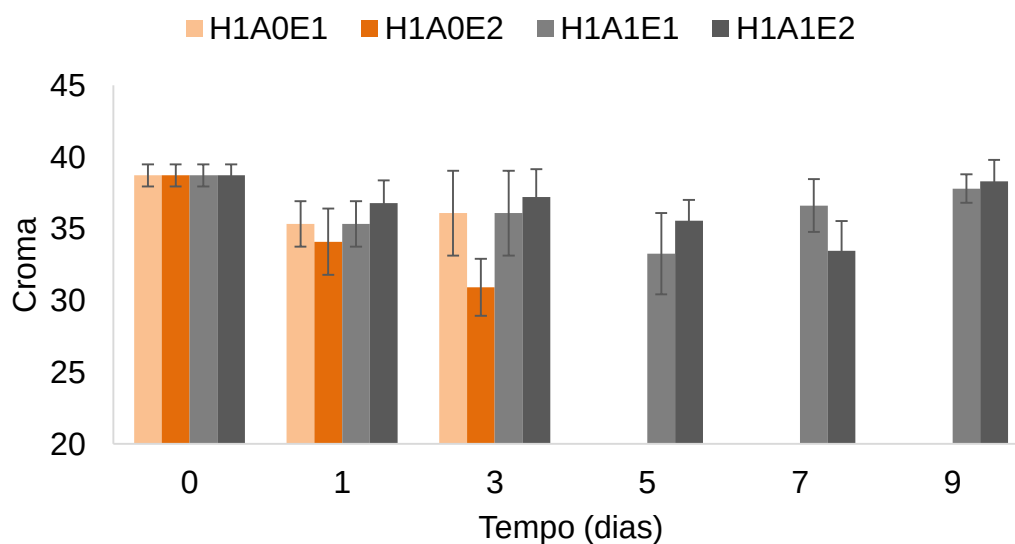
Figura 7. Média dos valores de croma dos tratamentos não hidroresfriados (H0) ao longo do tempo de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

.Nota: As barras verticais representam as médias e as horizontais o intervalo de confiança ($p=0,95$). Tons verdes para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e azuis para refrigerados (A1).

Figura 8. Média dos valores de croma dos tratamentos hidroresfriados (H1) ao longo do tempo armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

.Nota: As barras verticais representam as médias e as horizontais o intervalo de confiança ($p=0,95$). Tons laranja para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e cinzas para refrigerados (A1).

Assim como os valores de L^* , o croma também obedeceu a mesma tendência. Dos tratamentos armazenados sem refrigeração os valores foram decrescentes ao passar do tempo, também caracterizando coloração mais escura. As embalagens armazenadas em câmara fria chegaram ao final do nono dia de armazenamento com valores de croma iguais estatisticamente aos do dia da colheita. Não se podem afirmar diferenças estatísticas entre as diferentes embalagens nem ao hidroresfriamento para os valores de croma, assumindo que essas variáveis não interferiram nesse atributo.

Figura 9 - Aparência de coloração entre tratamentos armazenados em temperatura ambiente em comparação com armazenamento refrigerado. Ponta Grossa – PR, 28/10/2019.



Fonte: o Autor.

Nota: Imagem de frutos hidroresfriados após três dias de armazenamento dos respectivos tratamentos: (a) H1A0E1; (b) H1A1E1; (c) H1A0E2; (d) H1A1E2.

5.3 FIRMEZA

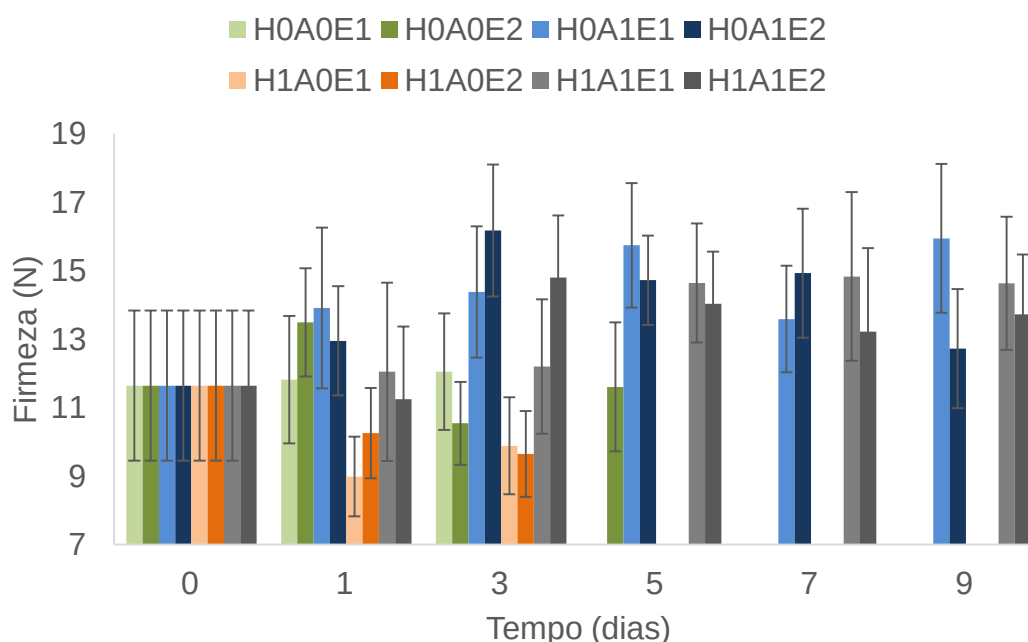
A firmeza é um dos principais indicativos do frescor do produto, assume-se que frutos mais firmes estão com características de palatabilidade mais próximas dos frutos recém-colhidos. No presente trabalho não foi possível afirmar nenhuma diferença nesse atributo entre os tratamentos avaliados.

Frutos expostos a menores concentrações de CO_2 tendem a perder a firmeza com mais facilidade (CUNHA JUNIOR *et al.* 2012), dado também observado por Ferreira *et al.* (2006) que ao comparar frutos armazenados envoltos por filme plástico com frutos sem esse tipo de embalagem, perceberam que os não embalados tiveram grande diferença na perda de firmeza.

Situação parecida poderia ser observada nas duas diferentes embalagens em questão, tendo em vista a diferente capacidade de trocas gasosas entre elas.

Percebeu-se uma grande desuniformidade entre os frutos de uma mesma embalagem, sendo essas compostas por frutos que, na sua individualidade, tenderam a perder sua firmeza de forma mais rápida e outros que permaneceram com esse aspecto firme por mais tempo. Com isso, o desvio padrão dos dados coletados (Figura X) não permitiu que se tirasse qualquer conclusão sobre a diferença entre os tratamentos.

Figura 10 - Média dos valores de firmeza dos tratamentos estudados ao longo do tempo de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



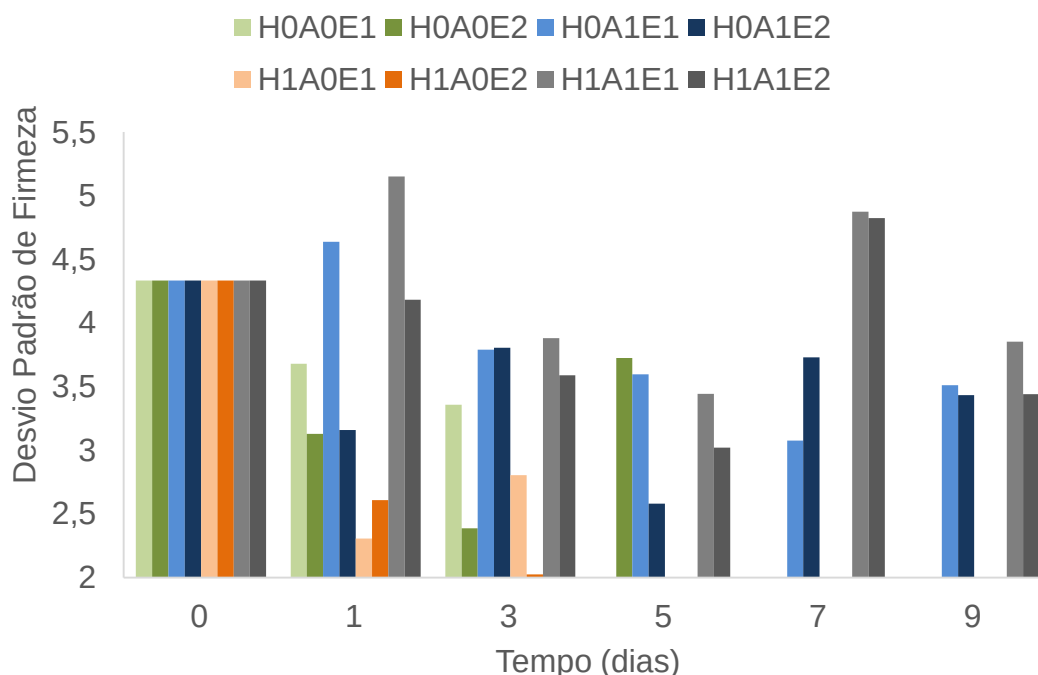
Fonte: o Autor.

Nota: Barras verticais representam a média e as horizontais representam o intervalo de confiança ($p=0,95$). Tons verdes e laranjas para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e azuis e cinzas para refrigerados (A1).

As diferenças individuais de firmeza entre os frutos já haviam sido observadas no dia da instalação do experimento, com dados bem dispersos da média. Acredita-se que esse erro poderia ser corrigido com uma maior rigorosidade no ponto de maturação dos frutos no momento da colheita. Para o presente experimento foi considerada para determinação do ponto de colheita apenas a coloração visível, utilizando frutos com pelo menos 75% de sua cor vermelho intenso. Restringindo o valor, como por exemplo: de 75% a 85% da coloração

vermelha, poderia trazer resultados mais satisfatórios, porém é uma condição muito difícil de ser alcançada em nível prático.

Figura 11 - Desvio padrão dos valores coletados para firmeza dos frutos submetidos aos tratamentos estudados ao longo do tempo de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

Nota: Tons verdes e laranjas para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e azuis e cinzas para refrigerados (A1).

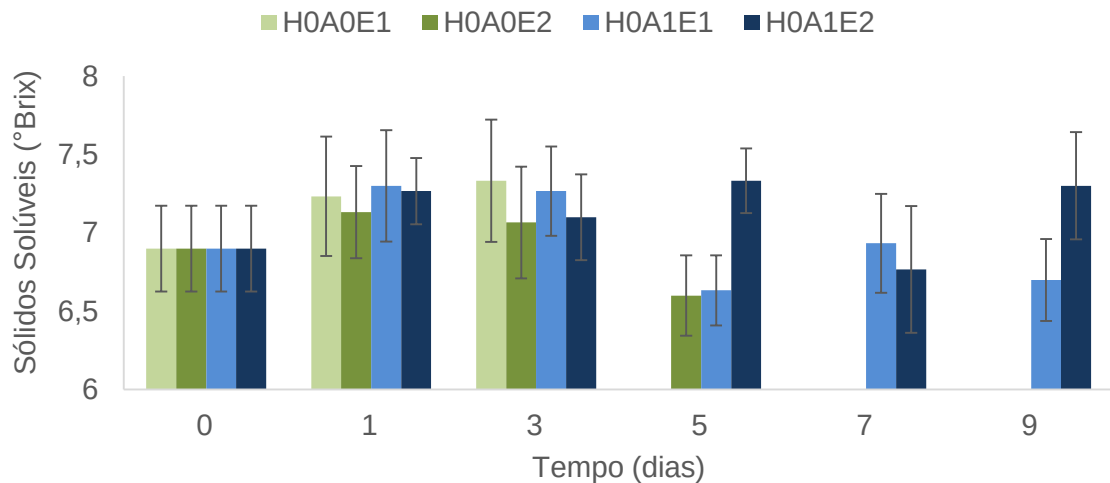
5.4 ACIDEZ TITULÁVEL, pH DE POLPA E SÓLIDOS SOLÚVEIS

Nenhum dos tratamentos afetaram as características de acidez e concentração de sólidos dos frutos ao decorrer do período de armazenamento. Pode-se observar que ao passar do tempo, as propriedades responsáveis pela formação do sabor, como teor de sólidos solúveis, pH de polpa e acidez titulável não tiveram variações significativas, sem diferir estatisticamente dos valores observados dos frutos no momento da colheita.

O teor de sólidos solúveis incluem diversos compostos responsáveis pelo sabor dos frutos, sendo os açúcares os principais deles. Diversos fatores podem afetar o seu teor, desde os tratos culturais, nutrição e disposição das plantas. Franco *et al.* (2017), concluíram que para morangos San Andreas, cultivados no sistema semi- hidropônico, o adensamento de plantas no slab foi capaz de alterar essa característica, onde quanto maior o número de plantas por slab, menor o teor de sólidos solúveis dos frutos colhidos. Além das particularidades de

manejo, observa-se grande variação entre as diferentes cultivares de morango e também em resposta a fatores climáticos (SILVA, 2011).

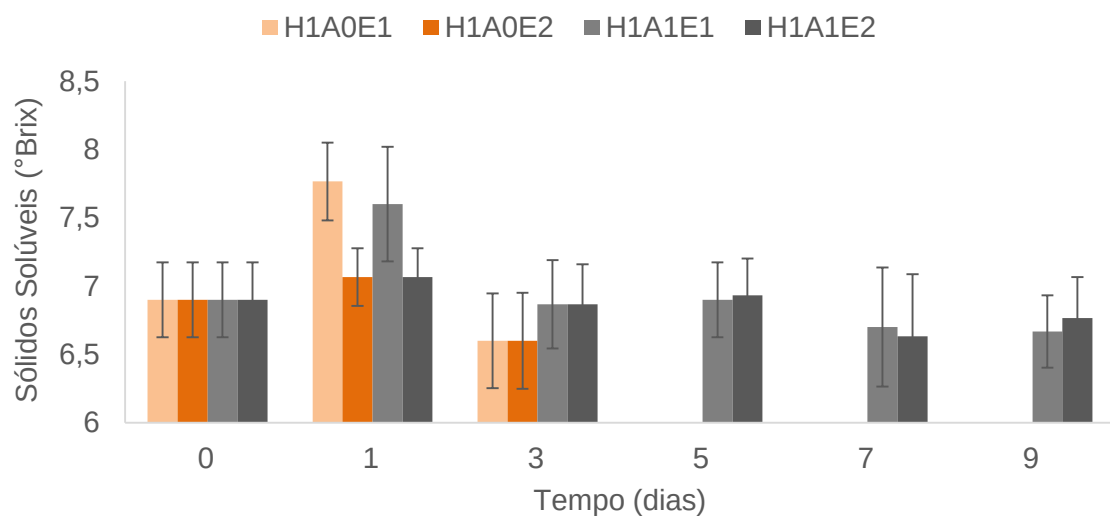
Figura 12 - Média dos valores de sólidos solúveis, expressos em °Brix, dos tratamentos não hidroresfriados (H0) ao longo do tempo de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

Nota: As barras verticais representam a média e as horizontais o intervalo de confiança (p=0,95). Tons verdes para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e azuis para refrigerados (A1).

Figura 13 - Média dos valores de sólidos solúveis, expressos em °Brix, dos tratamentos hidroresfriados (H1) ao longo do tempo de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



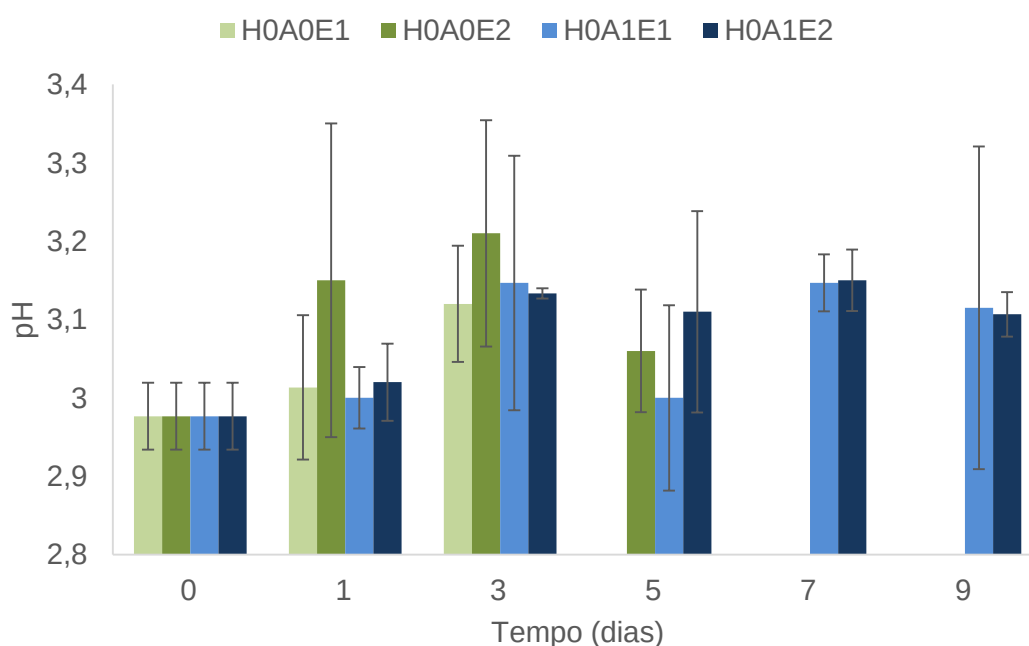
Fonte: o Autor.

Nota: As barras verticais representam a média e as horizontais o intervalo de confiança (p=0,95). Tons laranja para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e cinzas para refrigerados (A1).

Cunha Junior *et al.* (2012) concluíram que o teor de sólidos solúveis não é influenciado pelo tempo de armazenamento nem a elevadas concentrações de CO₂, que poderia gerar uma diferença entre os dois tipos de embalagens, fato que também não foi observado no presente trabalho. Essa, então, é uma característica determinada no momento de colheita dos frutos, resultante das técnicas de cultivo e condições climáticas no período da colheita e nenhum dos tratamentos foi capaz de afetar esse parâmetro.

A formas mais utilizadas para quantificar a acidez de frutos são a acidez total titulável (ATT) e o potencial hidrogeniônico (pH). A acidez titulável, mensurado por titulometria, representa todos os grupamentos ácidos encontrados. De maneira geral o conteúdo de ácidos orgânicos diminui com o amadurecimento na maioria dos frutos devido à utilização destes no ciclo de Krebs, na consequente transformação em açúcares durante o processo respiratório (CHITARRA, 1999; LUCENA, 2006). Nenhum dos tratamentos avaliados mostrou diferenças significativas nesses dois aspectos, porém observou-se (Figuras 14 e 15) um sutil aumento nos valores de média de pH ao decorrer do tempo, situação também observada por Ferreira *et al.* (2006) independente de técnicas de resfriamento e embalagem.

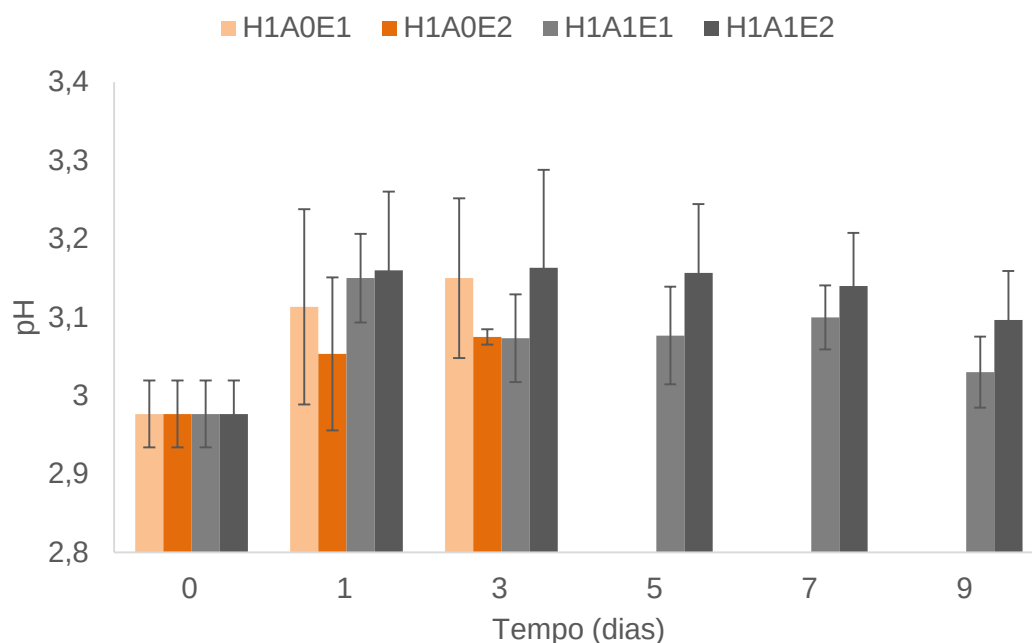
Figura 14 - Média dos valores de pH de polpa dos tratamentos não hidroresfriados (H0) ao longo do tempo de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

Nota: As barras verticais representam a média e as horizontais o intervalo de confiança ($p=0,95$). Tons verdes para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e azuis para refrigerados (A1).

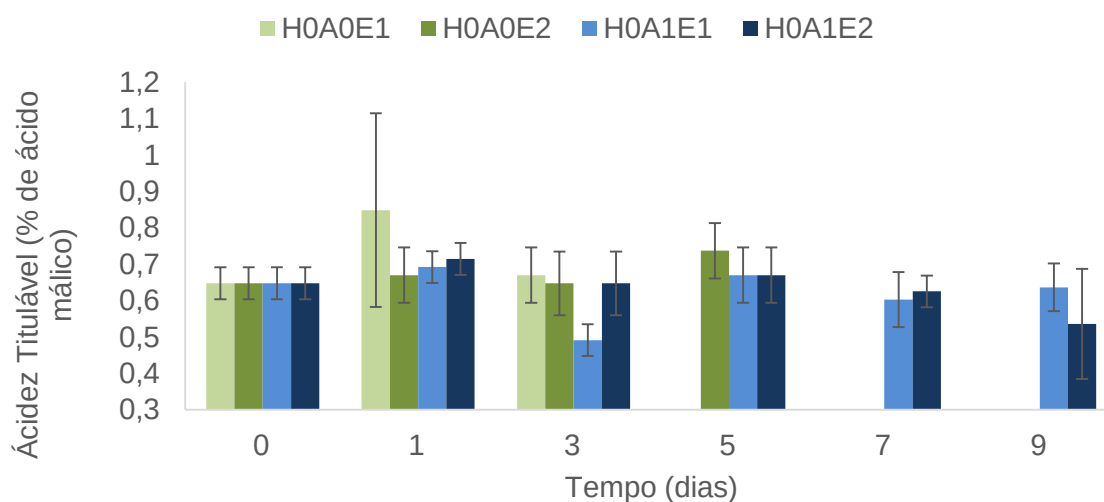
Figura 15 - Média dos valores de pH de polpa dos tratamentos hidroresfriados (H1) ao longo do tempo de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

Nota: As barras verticais representam a média e as horizontais o intervalo de confiança ($p=0,95$). Tons laranja para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e cinzas para refrigerados (A1).

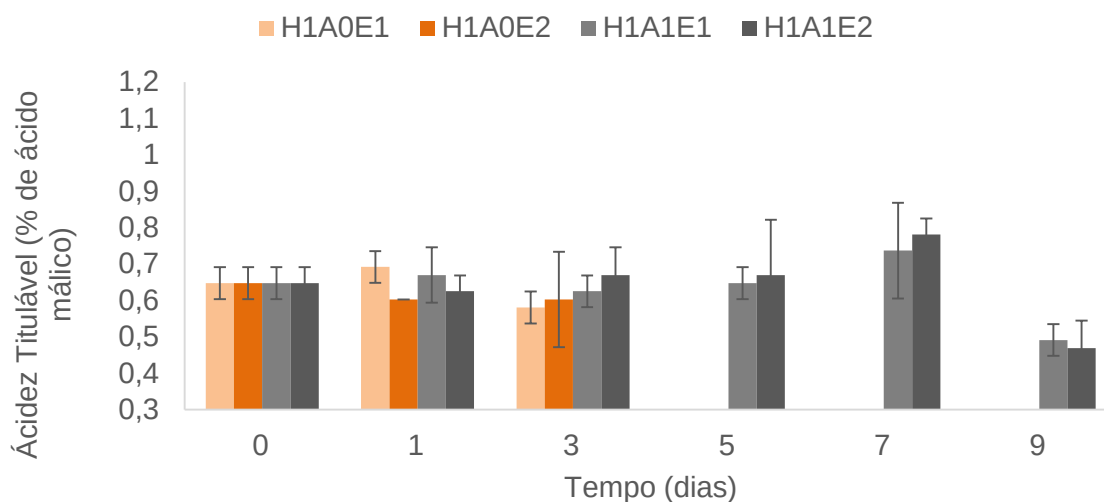
Figura 16 - Média dos valores de acidez titulável dos tratamentos não hidroresfriados (H0) ao longo do tempo de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

Nota: As barras verticais representam a média e as horizontais o intervalo de confiança ($p=0,95$). Tons verdes para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e azuis para refrigerados (A1).

Figura 17 - Média dos valores de acidez titulável dos tratamentos hidroresfriados (H1) ao longo do tempo de armazenamento. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

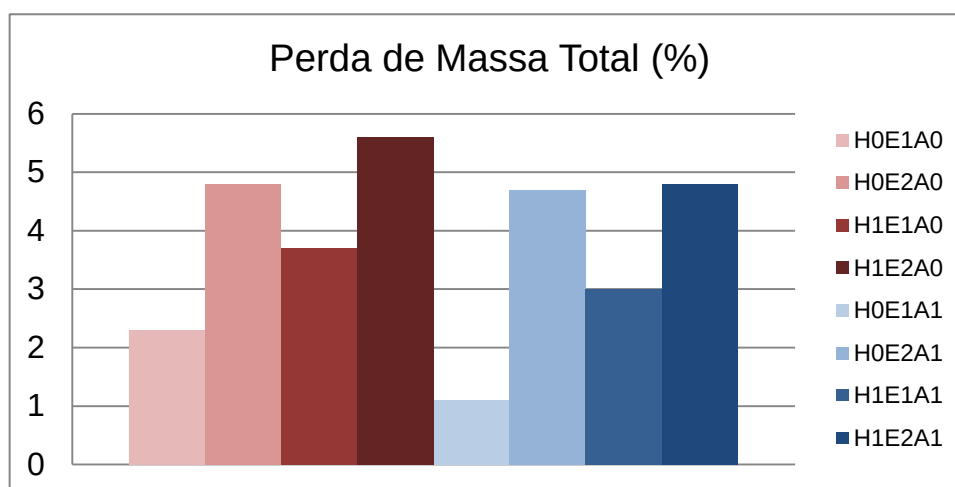
Nota: As barras verticais representam a média e as horizontais o intervalo de confiança ($p=0,95$). Tons laranja para armazenamento em temperatura ambiente (A0) e cinzas para refrigerados (A1).

5.5 PERDA DE MASSA

Assim como esperado, as embalagens armazenadas em temperatura ambiente (A0) perderam massa de forma mais rápida em comparação às refrigeradas (A1), possíveis de serem observadas nas figuras 19 e 20. A percentagem de perda foram similares ao final do período de armazenamento independente do hidroresfriamento ou do armazenamento, porém, deve-se levar em consideração que as armazenadas em refrigeração se mantiveram por 9 dias viáveis, contra apenas 3 dias das em temperatura ambiente. É possível observar diferenças nos valores totais de perda de massa ao comparar as embalagens utilizadas (Figura 18).

Observa-se através dos gráficos (Figura 19 e Figura 20) que independente dos tratamentos de armazenamento e hidroresfriamento, as lineares das médias dos valores de massa tenderam a se comportar de maneira diferente entre as embalagens. A perda de massa é mais acentuada quando se trata dos frutos da embalagem 2 (tópicos “b” e “d” das figuras 19 e 20), e tende a ter decréscimos mais sutis quando se trata da embalagem 1 (tópicos “a” e “c” das figuras 19 e 20). Em ambas condições diferentes a tendência de perda de massa foi muito evidente, gerando equações lineares com R^2 superior a 0,93 em todos os tratamentos.

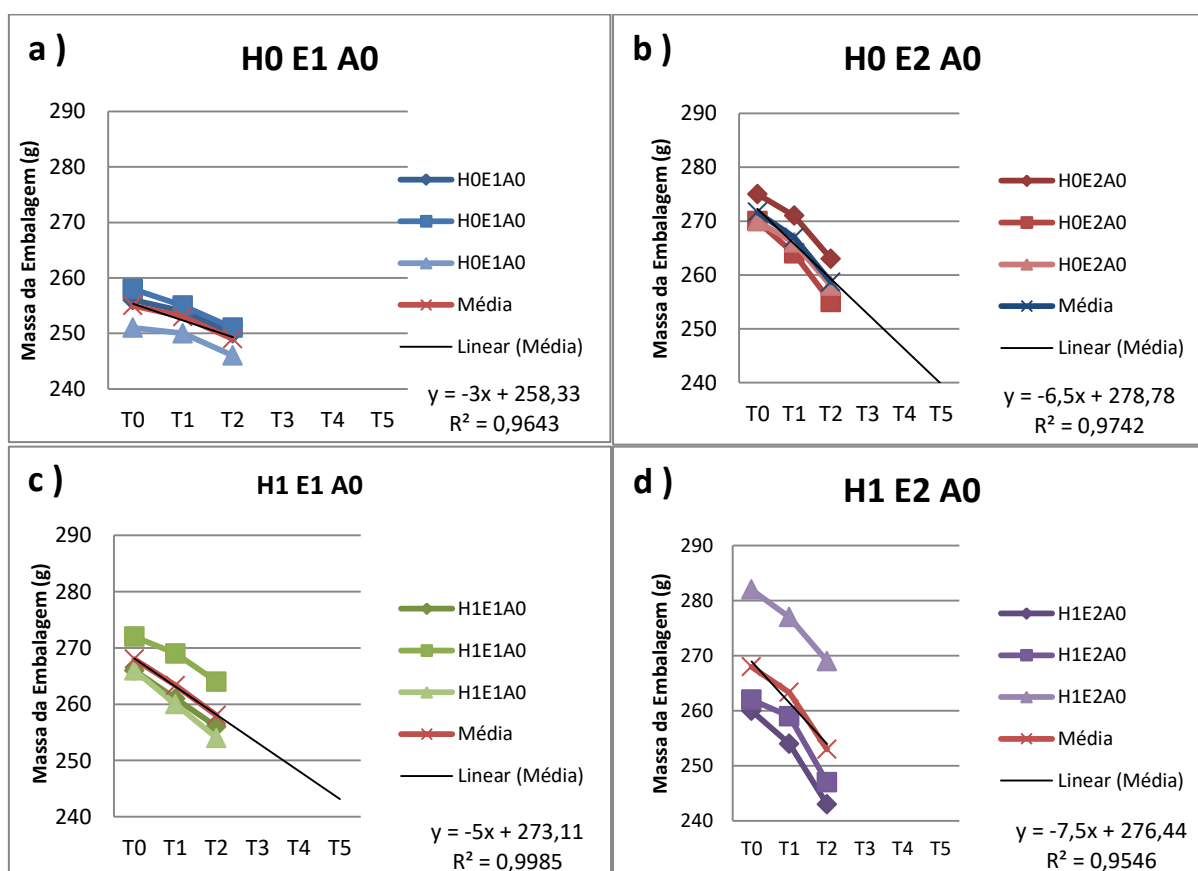
Figura 18 - Gráficos dos valores obtidos de perda de massa total das embalagens ao final do tempo de armazenamento expressas em porcentagem. Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

Nota: Tons vermelhos para tratamentos armazenados sem refrigeração, armazenados por 3 dias (A0), e azuis para armazenados em câmara fria a 8°C por 9 dias (A1).

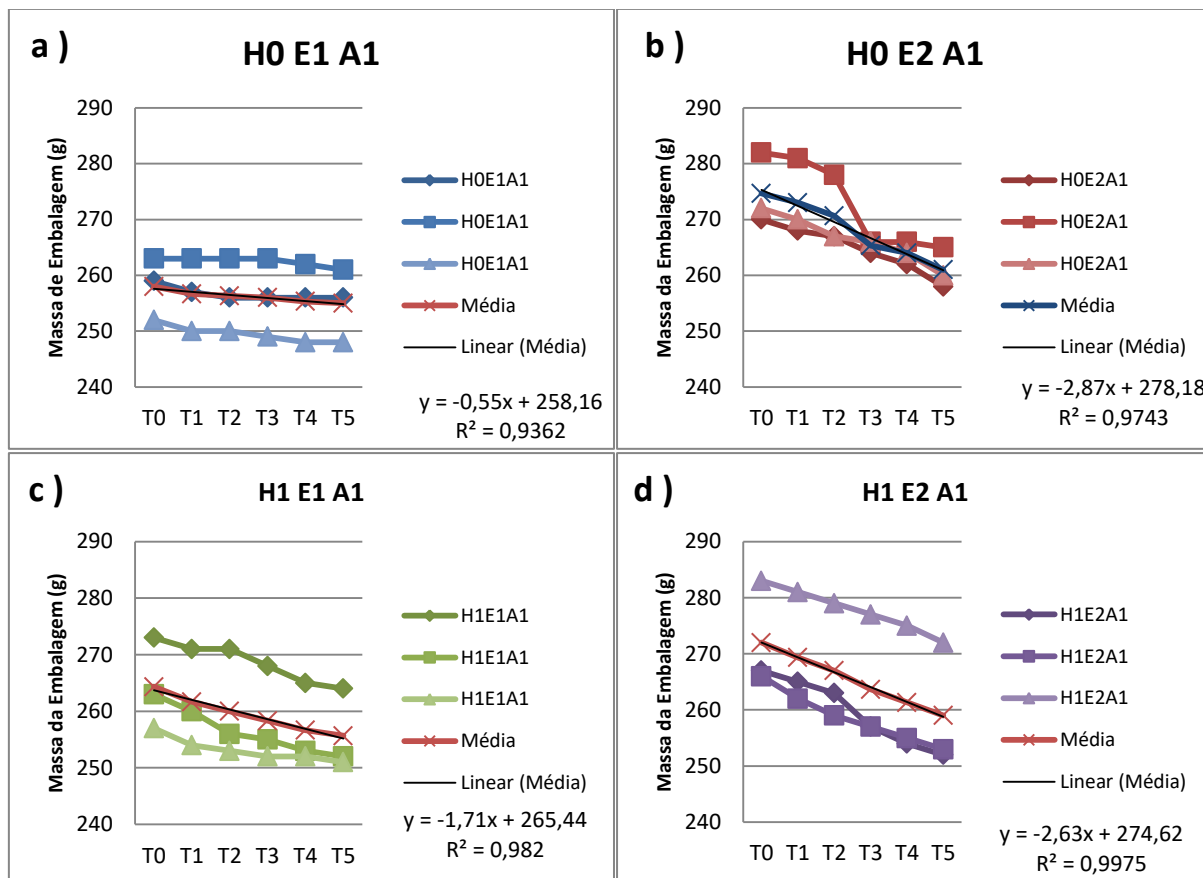
Figura 19 - Gráficos ilustrativos dos valores obtidos de massa das embalagens ao decorrer do tempo para os tratamentos armazenados em temperatura ambiente (A0). Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

Nota: A) H0E1A0; B) H0E2A0; C) H1E1A0 e D) H1E2A0. Equações de regressão representam a perda de massa observada.

Figura 20 - Gráficos ilustrativos dos valores obtidos de massa das embalagens ao decorrer do tempo para os tratamentos armazenados em câmara fria 8°C ± 2°C (A1). Ponta Grossa – PR, 2019/2020.



Fonte: o Autor.

Nota: A) H0E1A1; B) H0E2A1; C) H1E1A1 e D) H1E2A1. Equações de regressão representam a perda de massa observada.

Ferreira et al. (2006) também observaram as mesmas diferenças na perda de massa entre frutos envoltos em filmes plásticos em comparação com não embalados. Em seu trabalho também concluiu que frutos hidroresfriados tendem a perder menos massa que não resfriados ou resfriados a ar forçado, observação que não pode ser afirmada com o presente trabalho. A mudança de temperatura ao sair do processo de hidroresfriamento (1°C) para o armazenamento, mesmo que refrigerado (8°C ± 2°C), pode ter ocasionado a diferença nas observações, tendo em vista que no trabalho em comparação os frutos se mantiveram armazenados a 1°C.

Em média espera-se que ao armazenar em refrigeração obtenha-se mínimas perdas de massa, devido a diminuição da atividade respiratória dos frutos, sendo estimados valores de perda de aproximadamente 1,5% em um período de 8 dias (CUNHA JUNIOR *et al.* 2012), esse valor só foi observado no tratamento H0E1A1, onde a perda média ficou em torno de

1%. Na mesma condição de embalagem, quando hidroresfriado (H1E1A1) o valor foi de 3,8% e quando empregada a “embalagem 2” o valor foi de 4,8% tanto para os frutos hidroresfriados como não (H0E2A1 e H1E2A1).

6 CONCLUSÕES

Concluiu-se que o hidroresfriamento não alterou atributos físico-químicos do morango. As dinâmicas das alterações de coloração e firmeza não foram afetadas, assim como o teor de sólidos solúveis e atributos de acidez. A técnica também não permitiu que se armazenasse por períodos de tempo mais longos, pois nas condições testadas no trabalho, não inibiu por si só a atividade de fungos.

O emprego de embalagens perfuradas permitiu dois dias a mais de armazenamento em temperatura ambiente em frutos não hidroresfriados (tratamento H0E2A0), e não diferiu significativamente nos outros aspectos da embalagem com filmes plásticos quando armazenadas em câmara fria. Percebeu-se que propiciou maior tendência a perda de massa por permitir trocas gasosas que propiciam a perda de água pelos frutos ao decorrer do período de armazenamento.

O armazenamento refrigerado em câmara fria mantida a 8°C, de maneira geral, contribuiu para a manutenção das características dos frutos por um período de nove dias, mantendo-os comercializáveis por esse período de tempo independente da embalagem utilizada e do emprego ou não do hidroresfriamento.

Nenhum dos tratamentos alterou os fatores que fazem parte da composição do sabor dos frutos, como acidez e acúmulo de sólidos solúveis, assumindo que essas características não estão associadas aos tratamentos pós colheita empregados ou o processos de embalagem e armazenamento, e sim a aspectos genéticos e condições agronômicas e climáticas aos quais os frutos foram expostos durante o seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ALMENAR, E.; CATALA, R.; HERNANDEZ-MUNOZ, P.; GAVARA, R. Optimization of an active package for wild strawberries based on the release of 2-nonanone. **LWT Food Science Technology**. v. 42, p. 587–593. 2009.
- ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Embalagens para produtos minimamente processados. In: LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. (Ed.). **Embalagens para comercialização de hortaliças e frutas no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. cap. 11, p. 205-246.
- ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **Systems and applications. Methods of precooling of fruits, vegetables and flowers**. Atlanta, 1994. cap.10, p.1-10.
- AYUB, R. A.; GIOPPPO, M.; REGHIN, M. Y. Avaliação do uso de filme plástico de policloreto de vinila (PVC) no armazenamento de cenouras. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 959-966. 2010.
- BIRD, K. D. **Analysis of variance via confidence intervals**. California: Sage, 219 p., 2004.
- CANTILLANO, R. F. F. Manuseio pós-colheita. In: ANTUNES, L. E. C.; JÚNIOR, C. R.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2016, p. 509-533.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA. 2ª Ed. 256p. 2005.
- CUNHA JUNIOR, L. C.; JACOMINO, A.P.; OGASSAVARA, F. O.; TREVISAN, M.J.; PARISI, M.C.M. Armazenamento refrigerado de morango submetido a altas concentrações de CO₂. **Horticultura Brasileira**. v. 30. p.688-694. 2012
- DEL-VALLE, V.; HERNÁNDEZ-MUNOZ, P.; GUARDA, A.; GALOTTO, M. J. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. **Food Chemical**. v. 91, p. 751–756. 2005.
- DINCER, I.; GENÇELİ, O.F. Cooling process and heat transfer parameters of cylindrical products cooled both in water and air. **International Journal Heat Transfer**, New York, v.37, n.4, p.625-633, 1994.
- FERREIRA, M. D.; BRECHT, J. K.; SARGENT, S. A.; CHANDLER, C.K., Hydrocooling as an alternative to forced-air cooling for maintaining fresh-market strawberry quality. **HortTechnology**. v.16, p.659–666, 2006.
- FRANCO, E. O.; ULIANA, C.; LIMA, C. S. M. Características físicas e químicas de morango ‘San Andreas’ submetidos a diferentes posicionamentos de slab, densidade de plantio e meses de avaliação. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 18, n. 2, 2017.

GEREFFI, S. **Control of Salmonella Cross Contamination Between Green, Round Tomatoes in a Model Flume System**. M.S. Thesis. University of Florida, Gainesville, p. 85. 2014.

GOBLE, W. E.; COOLER, F. W. Quality and consumer acceptance of hydrocooled strawberries. **Tennessee Agricultural Experiment Station**. v. 344. 1962.

GUYNOT, M. E.; SANCHIS, V.; RAMOS, A. J.; MARIN, S. Mold-free shelf-life extension of bakery products by active packaging. **Journal of Food Science**. v. 68, p. 2547–2552. 2003.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Panorama da cadeia produtiva de frutas em 2012 e projeções para 2013**. São Paulo. 127 p. 2012.

JACOMINO, A.P.; SARGENT, S.A.; BERRY, A.D.; BRECHT, J.K. Potential for grading, sanitizing, and hydrocooling fresh strawberries. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**. v. 124, 221–226, 2011.

JARVIS, W. R. The infection of strawberry and raspberry fruits by *Botrytis cinerea* Fr. **Annals of Applied Biology**, v. 50, p. 569–575. 1962.

JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; TERRY, L. A. 1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay. **Postharvest Biology Technology**. v.23, p.227–232. 2001.

JONES, J. K.; Strawberry. In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N. W.. **Evolution of crop plants**. London: Longman. p. 412-417. 1995.

KLUGE, R. A.; SCARPARE, F.; ALEXIO, J.; JACOMINO, A. P. Embalagens plásticas para pêssegos ‘flordaprince’ refrigerados. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.843-850, 1999.

LEROCH, M.; PLESKEN, C.; WEBER, R. W. S.; KAUFF, F.; SCALLIET, G.; HAHN, M. Gray mold populations in German strawberry fields are resistant to multiple fungicides and dominated by a novel clade closely related to *Botrytis cinerea*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 79, p. 159–167. 2013.

LUCENA, E. M. P. de. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga “Tommy Atkins” no vale do São Francisco**. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MADAIL, J. C. M. Panorama Econômico. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília – DF: Embrapa. 589 p. 2016.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.185-189, 2006.

MUSA, C. I. **Caracterização físico-química de morangos de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos no município de Bom Princípio/RS**. Tese (Doutorado) – Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado. 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/1594>>.

NADAS, A.; OLMO, M.; GARCÍA, J. M. Growth of *Botrytis cinerea* and strawberry quality in ozone-enriched atmospheres. **Journal of Food Science**. v. 68, p.1798–1802, 2003.

NASCIMENTO, H. M; DELGADO, D. A.; BARBARIC, F. I. Avaliação da aplicação de agentes sanitizantes como controladores do crescimento microbiano na indústria alimentícia. **Revista Ceciliana**, v. Jun 2. p. 11-13. 2010

PALHARINI, M. C. A.; SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; SIMIONATO, E. M. R. S.; FUMIS, T. F.; CECHIN, I. Preservation of minimally processed snap beans in passive modified atmosphere packaging. **Brazilian Journal of Food Technology**., v. 19, e2015114, 2016.

PFAFFENBACH, L. B.; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.410-413, 2003.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. 2020.

SANZ, C.; PEREZ, A. G.; OLIAS, R., & OLIAS, J. M. Envasado de fresas en atmósfera modificada: Efecto de la perforación del envase en el contenido de oxígeno y dióxido de carbono. **Food Science and Technology International**, v. 6(1), p. 33–38. 2000.

SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001.215p.

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. **Botânica e fisiologia do morangueiro**. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 236, p. 7-13, 2007.

SILVA, T. P. **Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Paraná, Curitiba, PR. 2011.

SHTIENBERG, D. Rational management of *Botrytis*-incited diseases: Integration of control measures and use of warning systems. In: Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., Delen, N. *Botrytis: Biology, pathology and control*. Springer. 2004. p. 335–347.

SUPPAKUL, P.; MILTZ, J.; SONNEVELD, K.; BIGGER, S. W. Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. **Journal of Food Science**. v. 68, p. 408–420. 2003.

TAIZ, L; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. Ed Porto alegre: Artmed, 2017.

TERUEL, B.; CORTEZ, L; FO, L. N. Estudo comparativo do resfriamento de laranja valência, em três sistemas de resfriamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3, p.481-486, 2001.

TOKARSKYY, O.; SCHNEIDER, K. R.; BERRY, A.; SARGENT, S. A.; SREEDHARAN, A. Sanitizer applicability in a laboratory model strawberry hydrocooling system. **Postharvest Biology and Technology**. v. 101. p. 103–106. 2015.

YAMASHITA, F.; TONZAR, A. C.; FERNANDES, J. G.; MORIYA, S.; BENASSI, M. T. Embalagem individual de mangas cv. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.288-292, 2001.

YAMASHITA, F.; VEIGA, G. F.; BENASSI, M. T.; ROBERTO, S. R. Morangos embalados com filme de Policloreto de Vinila. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v. 27, n. 3, p. 429-436. 2006.

YANG, F. M.; LI, H. M.; LI, F.; XIN, Z. H.; ZHAO, L. Y.; ZHENG, Y. H.; HU, Q. H. Effect of nano-packing on preservation quality of fresh strawberry (*Fragaria ananassa*, Duch. cv Fengxiang) during storage at 4 °C. **Journal of Food Science**. v. 75, p. 236–240. 2010.