

**QUALIDADE DE PIMENTÃO ARMAZENADO
SOB REFRIGERAÇÃO EM ATMOSFERA
MODIFICADA**

SUZANA CHITARRA LEME

2008

SUZANA CHITARRA LEME

**QUALIDADE DE PIMENTÃO ARMAZENADO SOB
REFRIGERAÇÃO EM ATMOSFERA MODIFICADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Chitarra Leme, Suzana.

Qualidade de pimentão armazenado sob refrigeração em atmosfera modificada / Suzana Chitarra Leme. – Lavras : UFLA, 2008.

71 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Adimilson Bosco Chitarra.

Bibliografia.

1. Pimentão. 2. Pós-colheita. 3. Embalagem. 4. Temperatura. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.805643

SUZANA CHITARRA LEME

**QUALIDADE DE PIMENTÃO ARMAZENADO SOB
REFRIGERAÇÃO EM ATMOSFERA MODIFICADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 04 de março de 2008

Profa. Dra. Juliana Audi Giannoni - UFLA

Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima - UFLA

Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008**

Ao meu pai Sebastião (in memoriam)

A minha querida mãe Cleusa

Aos meus irmãos Gustavo e Ulisses

Ao meu sobrinho Yuri

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu a vida, força e sabedoria nas horas difíceis e felicidades em muitos outros momentos.

A Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de estudo.

A CAPES e ao CNPq pelo suporte financeiro através da bolsa de estudo e da taxa de bancada, respectivamente.

Ao orientador Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra pela valiosa orientação, pela confiança depositada, carinho, dedicação e por transmitir sua experiência profissional.

Á querida Tia Isabel Chitarra pelo carinho, amizade, incentivo e influência profissional. Exemplo de mulher!!

Ao professor e coordenador de pós-graduação do DCA Eduardo Valério de Barros Vilas Boas pelos ensinamentos transmitidos.

Ao professor Luiz Carlos de Oliveira Lima pelo incentivo, sugestões, atenção e valiosa co-orientação.

Ao professor Eric Ferreira pelas análises estatísticas, pela atenção e bom humor, sempre.

Ao professor Luiz Antônio Gomes pelo fornecimento dos frutos.

Ao meu pai, exemplo de homem deixado em vida. Grandes lembranças, eterna saudades.

A minha mãe, melhor amiga e companheira. Se sou o que sou e estou onde estou, devo tudo a você. Obrigada pela força, pelo amor incondicional e dedicação exclusiva. Você é meu tudo.

Aos meus irmãos e sobrinho, Gustavo, Ulisses e Yuri pelo amor e amizade.

À Dr^a Nathália Ramos de Melo pela análise das embalagens, juntamente com o Laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

À Tina, Sandra, Creusa, Eliane, seu Piano e seu Miguel, pelo convívio, pela colaboração nas análises e atenção dispensada.

A secretária de Pós-Graduação (DCA) Rafaela Fonseca, pela eficiência e competência.

A amigona e futura mamãe Marisa pelos anos de convivência, dividindo comigo preciosos momentos... Valiosa e saudável amizade.

Sheila é sabido que devemos cultivar as velhas amizades, mas as novas, que nasceram recentemente também é muito importante, por isso cultivo a nossa valiosa e saudável amizade. Adoro vocês!!!!

A Helô por estar sempre disposta a ajudar, fazendo sol ou chuva. Sentirei saudades!!

A Elisângela e Andréa, onde tudo começou. Obrigada pela amizade, pelo agradável convívio e pela experiência transmitida.

A todos os colegas do laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças e de Pós-Graduação pelo convívio enriquecedor durante o estágio e mestrado.

Enfim, a todos que de certa forma contribuíram para a conclusão deste trabalho e cujos nomes não foram mencionados.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	02
2.1 A cultura do pimentão e aspectos nutricionais.....	02
2.2 Alterações pós-colheita do pimentão.....	04
2.3 Utilização de embalagem na conservação pós-colheita.....	05
2.4 Refrigeração e atmosfera modificada.....	08
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Procedência e manuseio.....	13
3.2 Tratamento e preparo das amostras.....	13
3.3 Análises.....	15
3.3.1 Perda de massa.....	15
3.3.2 Monitoramento da concentração de O ₂ e CO ₂ no interior das embalagens.....	15
3.3.3 Coloração.....	15
3.3.4 Firmeza.....	16
3.3.5 Sólidos Solúveis.....	16
3.3.6 Acidez Titulável.....	16
3.3.7 pH.....	17
3.3.8 Vitamina C.....	17
3.3.9 Clorofila Total.....	17
3.3.10 Compostos Fenólicos (Taninos).....	17

	18
3.4 Extração da parede celular.....	
3.4.1 Pectina Total.....	18
3.4.2 Celulose.....	18
3.4.3 Hemicelulose.....	19
3.5 Delineamento experimental e análise estatística.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	61

RESUMO

CHITARRA LEME, Suzana. **Qualidade de pimentão armazenado sob refrigeração em atmosfera modificada**. 2008. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Objetivou-se neste trabalho a avaliação de diferentes embalagens no prolongamento da vida útil e manutenção da qualidade de pimentão (*Capsicum annuum* L.) híbrido Konan R. Os pimentões foram adquiridos no município de Ijaci (MG), lavados em água corrente e detergente neutro, sanificados com hipoclorito de sódio 200mg L^{-1} por 15 minutos, secos à temperatura de 18°C e submetidos aos seguintes tratamentos: controle: frutos acondicionados em bandeja de poliestireno - isopor ($18 \times 12,5 \times 4$ cm) sem embalagem; frutos acondicionados em bandeja de poliestireno - isopor ($18 \times 12,5 \times 4$ cm) envolta manualmente com filme de PVC (14 mm de espessura); frutos acondicionados em embalagem flexível (30×25 cm) de polipropileno biorientado (BOPP) e selados em seladora Tec Maq AP450. Em seguida as embalagens foram armazenadas em câmara a ($10 \pm 1^{\circ}\text{C}$) e 95% UR por 28 dias. As análises foram realizadas a cada 4 dias: perda de massa, taxa respiratória, coloração, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, vitamina C, clorofila total, taninos, pectina total, celulose e hemicelulose. O experimento foi realizado no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, em delineamento inteiramente casualizado. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R. Os tratamentos foram dispostos por um fatorial 3×8 , constituídos por 3 tratamentos (controle, PVC e BOPP), oito tempos de armazenamento (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 dias). Para análise de taxa respiratória, o esquema fatorial foi 2×7 , constituídos por 2 tratamentos (PVC e BOPP) e sete tempos de armazenamento (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 dias). As duas embalagens testadas são eficazes na manutenção da qualidade pós-colheita do pimentão em relação ao controle, entretanto, os pimentões armazenados em (BOPP) destacam-se com menor perda de massa, menor taxa respiratória e maior firmeza durante o armazenamento. A vida útil para comercialização dos pimentões é de 24 dias para os frutos acondicionados em embalagem flexível (BOPP), 20 dias para os frutos envoltos com filme PVC e 12 dias para os frutos do grupo controle.

*Comitê Orientador: Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra - DCA/UFLA (orientador), Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima - DCA/UFLA (co-orientador) e Prof. Dr. Eric Batista Ferreira - DEX/UFLA (co-orientador).

ABSTRACT

CHITARRA LEME, Suzana. **Quality of sweet pepper stored under refrigeration in modified atmosphere.** 2008. 71 p. Dissertation (Master in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

The evaluation of different packages in the prolongation of the shelf - life and maintenance of the quality of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) Konan R hybrid was intended in this work. The sweet peppers were purchased in the town of Ijaci (MG), washed in running water and neutral detergent, sanitized with 200mg L⁻¹ sodium hypochlorite for 15 minutes, dried at the temperature of 18°C and submitted to the following treatments: Control: fruits packed in polystyrene-plastic foam tray – (18x12,5x4 cm) without packing; fruits packed in polystyrene-plastic foam trays (18x12,5x4 cm) wrapped manually with flexible PVC film (14mm of thickness); fruits packed in bioriented BOPP polypropylene packages (30x25 cm) and sealed in a Tec Maq AP450 sealer. Next, the packages were stored in chambers at (10± 1°C) and 95%RH for 28 days. The analyses were performed every 4 days: mass loss, respiratory rate, coloration, firmness, soluble solids, titratable acidity, pH, vitamin C, total chlorophyll, tannins, total pectin, cellulose and hemicellulose. The experiment was conducted in the Food Science Department of the Federal University of Lavras in a completely randomized design. The statistical analyses were performed with the aid of the R software. The treatments were arranged by a 3x8 factorial, made up of 3 treatments (control, PVC and BOPP), eight storage times (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 days). For analysis of respiratory rate, the factorial scheme was 2x7, constituted of 2 treatments (PVC and BOPP) and seven storage times (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 days). The two tested packages are effective in the maintenance of post-harvest quality of the sweet pepper relative to the control, however, the sweet peppers stored in BOPP stood out with less loss of mass, lower respiratory rate and greater firmness during storage. Useful life for marketing of the sweet peppers is of 24 days, for the fruits packed in flexible package (BOPP), 20 days for the fruits wrapped with PVC film and 12 days for the fruits in the control group.

*Guidance Committee: Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra - DCA/UFLA (adviser), Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima -DCA/UFLA (co-adviser) e Prof. Dr. Eric Batista Ferreira - DEX/UFLA (co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

Os hábitos de consumo de alimentos têm se modificado acentuadamente nos últimos anos. Com o surgimento das grandes cadeias de supermercados, o aperfeiçoamento dos meios de comunicação, a valorização dos conceitos de qualidade de alimentos, o aumento da conscientização das pessoas no sentido de evitar desperdícios, o consumidor tornou-se mais exigente e privilegia cada vez mais os produtos de boa qualidade.

As frutas e hortaliças, além de matérias-primas importantes na alimentação do brasileiro, estão também associadas à indústria. Parte, porém, da colheita, quando não é perdida por falta de armazenamento, manuseio e suscetibilidade ao ataque de microorganismos, chegam ao consumidor em condições inferiores de comercialização ou com vida útil comprometida.

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é cultivado em diferentes regiões do mundo, tendo grande importância econômica tanto no Brasil como no exterior.

O Brasil é um país de clima tropical, sendo assim indispensável o uso de refrigeração que permite retardar os eventos fisiológicos e bioquímicos que levam à senescência dos frutos na pós-colheita.

Para muitos autores, o uso de refrigeração associada à embalagem, favorece o aumento da vida útil de frutas e hortaliças, retardando o amadurecimento e a senescência, sendo técnica eficiente para conservação pós-colheita.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da embalagem, com atmosfera modificada, no prolongamento da vida útil e na manutenção da qualidade de pimentão (*Capsicum annuum* L.) híbrido Konan R.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do pimentão e aspectos nutricionais

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) pertence à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum*, (Casali & Couto, 1984), é tipicamente de origem americana e ocorre em formas silvestres desde o sul dos Estados Unidos da América até o Norte do Chile, (Filgueira, 2000).

Segundo a mesma autora (2003), já era cultivado e consumido pelos indígenas séculos antes da colonização espanhola. Foi introduzido na Espanha em 1493, donde sua cultura expandiu-se ao longo do século XVI para outras nações da Europa, Ásia e África, tornando-se um alimento apreciadíssimo. Há registros de que as primeiras cultivares que chegaram ao Brasil são do grupo “Cascadura”. Introduzido inicialmente nos municípios de Mogi das Cruzes e Suzano no Estado de São Paulo, (Reifschneider, 2000), esse grupo produz o tipo de fruto preferido pela maioria dos consumidores, com formato aproximadamente cônico, ligeiramente alongado e coloração verde-escura.

Derivado de pimentas, com frutos graúdos e sem ardume, o pimentão é uma cultura anual e os frutos possuem formas diversas, (Camargo, 1992).

Classificado como fruto tipo baga, com um pericarpo um tanto carnoso, constitui a parte utilizável e o epicarpo de cor verde escura torna-se colorido quando amadurece. É sempre oco, com sementes brancas, achatadas, reniformes, de 3 a 5 mm de comprimento, ligadas a um cordão existente no interior do fruto, (Camargo, 1992; Filgueira, 2003).

Representa uma das dez hortaliças mais importantes do mercado brasileiro, seus frutos consumidos verdes ou maduros, no entanto, o consumo de frutos verdes é bem mais expressivo. É uma cultura de retorno rápido, por isso é largamente explorada por pequenos e médios horticultores, (Filgueira, 2003).

O cultivo do pimentão é difundido em todo o país, sendo que as maiores áreas de plantios e comercialização se localizam na região Sudeste.

No Brasil, em 2000, a área cultivada com pimentões atingiu 13,1 mil hectare. A produtividade média brasileira, no período de 1996 a 2000, aumentou em 300%, passando de 10,4 para 32,6 toneladas por hectare, (Blat-Marchizeli et al., 2003).

Pimentões comercializados na coloração verde e vermelha são os mais aceitos, embora aqueles de cor laranja, amarelo e até o lilás, mais exóticos, têm alcançado bons preços, mais pela excentricidade. A pigmentação influencia no sabor e aroma, sendo que os frutos vermelhos são mais saborosos, porque apresentam 50% a mais de substância picante, a capsaicina, (Fonseca, 1986).

O pimentão apresenta elevado valor comercial e está entre as hortaliças mais consumidas, pois são utilizados na fabricação de corantes naturais, condimentos, temperos, conservas e molhos, (Casali & Stringheta, 1984) e, também, em preparações culinárias, aprimorando o sabor, aroma e coloração dos pratos, (Filgueira, 2003). Sua importância nutritiva para o consumo *in natura* deve-se, em grande parte, ao alto teor de vitamina C, chegando a 1,5g/100g de massa seca, além de 10% de proteínas, (El Saied, 1995). Contém, ainda, em sua composição, vitaminas A, B1 e B2 e minerais como o Ca, Fe e P, além de possuir baixa caloria, (Poblete, 1971).

2.2 Alterações pós-colheita do pimentão

O amadurecimento corresponde, basicamente, às mudanças nos fatores sensoriais de sabor, odor, cor e textura que tornam o fruto aceitável para o consumo. Algumas dessas mudanças podem ser detectadas por análise ou observação das transformações físicas visíveis, (Chitarra & Chitarra, 2005).

Segundo Will et al. (1998), o amadurecimento corresponde à fase final da maturação e envolve diversos processos fisiológicos e bioquímicos que

resultam em modificações da estrutura e composição química de frutos. Destacam-se a degradação e síntese de pigmentos, conversão do amido em açúcares, redução da firmeza, degradação de pectinas e alteração na atividade enzimática.

Segundo Carmo (2004), durante o amadurecimento, a composição e propriedades texturais dos frutos sofrem alterações com o processo de senescência. Esses fatores fazem parte da qualidade de frutas e hortaliças e, portanto, da seleção. Assim faz-se necessário o correto conhecimento dos mesmos, para que, por meio de testes físicos e químicos, as tecnologias de conservação, após a colheita, possam ser adequadamente aplicadas.

Em muitos casos, a taxa de deterioração da qualidade nutricional está relacionada com a modificação do sabor, perda de firmeza e mudanças na textura e na aparência, (Kader, 1992b).

À medida em que o fruto amadurece e vai havendo degradação da clorofila, oxidação de substratos, hidrólise do amido e o rompimento de membranas, o fruto será conduzido à senescência e à morte dos tecidos, (Chitarra & Chitarra, 2005).

De acordo com Sigris (1983), as principais causas das perdas pós-colheita para o grupo das hortaliças de frutos imaturos (pepino, abobrinha, berinjela, quiabo, vagem e pimentão) são: superamadurecimento na colheita; perda de água (murchamento); esfoliações e outros danos mecânicos; distúrbio fisiológico pelo frio e deterioração microbiana.

Os processos que conduzem à perda de qualidade estão relacionados com a temperatura e umidade relativa do ambiente. A temperatura determina a quantidade de vapor de água requerida para saturar a atmosfera e afeta tanto a transpiração do produto armazenado como a reação fisiológica predominante e o crescimento dos organismos microbianos, (Medina, 1984).

A perda de água de produtos armazenados não só resulta em perda de massa, mas também em perda de qualidade, principalmente, pelas alterações na textura. Porcentagens de perda de água podem ser toleradas, mas aquelas responsáveis pelo murchamento ou enrugamento devem ser evitadas. O murchamento pode ser retardado, ao reduzir-se a taxa de transpiração, o que pode ser feito por aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura, redução do movimento do ar e uso de embalagens protetoras, como os filmes plásticos, (Barros et al., 1994).

2.3 Utilização de embalagem na conservação pós-colheita

Sendo as frutas e hortaliças produtos vivos que respiram, maturam, amadurecem e senescem, as condições utilizadas para a sua embalagem devem permitir a continuidade do seu processo vital de forma normal. Os materiais de embalagem, além de protegerem os produtos contra danos, devem isolá-los de condições ambientais adversas como temperatura, umidade, acúmulo de gases, entre outros, (Chitarra & Chitarra, 2005).

O uso de embalagens para frutas e hortaliças tem sido intensamente discutido no Brasil, nos últimos anos, pelos distintos elos da cadeia de pós-colheita, como produtores, Ceasas, atacadistas, varejistas, consumidores e técnicos de órgãos oficiais, (Brasil, 2002).

Chitarra & Chitarra (2005) mencionam que um dos principais fatores que contribuem para uma comercialização bem-sucedida e para a redução das perdas pós-colheita de frutas e hortaliças é a escolha da embalagem e do método de embalagem, pois ajuda na manutenção da qualidade, em decorrência da redução nos danos físicos, o que, indubitavelmente, contribui para a redução das perdas. Observa-se que o sucesso de uma embalagem está relacionado, também, à facilidade de uso e conveniência para o consumidor, além da habilidade de informar as características do produto, (Kader, 2002a).

As embalagens tradicionais protegem o produto que acondicionam contra os fatores ambientais, danos mecânicos e atuam como uma barreira inerte. Com o avanço tecnológico, outros tipos especiais de embalagem foram desenvolvidos e utilizados materiais que não só protegem, mas também interagem com o produto e com o meio ambiente, assim como conservam melhor suas funções e qualidade, além de aumentar a vida útil com segurança de uso. Surgiu daí um novo conceito de embalagem, designada como embalagem ativa e embalagem inteligente. É definida como aquela que protege, interage positivamente com o produto e apresenta como funções adicionais:

- Absorção de compostos que favorecem a deterioração do produto.
- Liberação de compostos que aumentam a vida de prateleira do produto.
- Monitoramento da vida de prateleira, (Chitarra & Chitarra, 2005).

Moretti (2007) reporta que as embalagens ativas referem-se à incorporação de certos aditivos em filmes ou contentores de plástico com o objetivo de manter a qualidade do produto e estender a vida de prateleira. Em 2001, o mercado mundial de embalagens ativas movimentou valores em torno de um bilhão de dólares; dos quais, 50% foram investidos com absorvedores de umidade. Os principais sistemas empregados em embalagens ativas são os absorvedores de oxigênio, gás carbônico, etileno e umidade, além de absorvedores de aromas.

Entre os materiais utilizados como embalagem ativa, encontram-se os filmes plásticos, as coberturas e filmes comestíveis e as ceras aplicadas na superfície dos produtos. Esses materiais apresentam permeabilidade limitada a gases (O_2 e CO_2) e ao vapor de água, reduzindo as trocas entre o produto e o meio ambiente, (Chitarra & Chitarra, 2005).

As embalagens inteligentes têm a capacidade de “perceber” o ambiente e prover informações sobre a função e as propriedades do alimento embalado, bem como de outros componentes não-alimentícios, (Moretti, 2007).

Muitos tipos de filme e embalagens estão disponíveis no mercado para uso em frutas e hortaliças. As embalagens podem ser bandejas de plástico ou de poliestireno (isopor), com tampa ou envoltas em filmes de plástico e sacos de plástico de diferentes composições. Policloreto de vinila (PVC), polipropileno (PP) e polietileno (PE) são filmes de plástico largamente empregados, (Moretti, 2007). Existem também filmes de náilon, multicamadas e copolímeros e laminados de diferentes plásticos. De maneira geral, os filmes de plástico devem possuir resistência mecânica, resistência à perfuração e tensão e características que permitam a sua selagem térmica, facilidade de colocação de logomarcas impressas. Uma alternativa em desenvolvimento são os filmes microperfurados, cuja área perfurada aumenta a permeabilidade do filme a gases, mantendo ao redor do produto atmosfera adequada para a sua conservação, (Zagory, 2000).

Moura et al. (1997) afirmam que a utilização de policloreto de vinila (PVC) é um método eficaz e econômico para o armazenamento, que reduz a perda de massa e conserva a aparência original do fruto. A aderência desse filme à fruta, o que impede a formação de bolsas de ar e por se tratar de uma película delgada e microporosa, restringe a quantidade de oxigênio absorvido do ar, tornando a respiração muito lenta e retardando os processos fisiológicos, sem gerar condições anaeróbicas e sem provocar a perda de umidade por transpiração, (Bleinroth, 1987).

2.4 Refrigeração e atmosfera modificada

De suma importância é a temperatura em que cada produto é armazenado, pois, muitas reações bioquímicas são dependentes da temperatura, (Lana et al., 2005).

Altas temperaturas são limitantes na qualidade das frutas, pois, afetam diretamente as taxas de todos os processos vitais. Quanto mais rapidamente, portanto, o produto for acondicionado em sua temperatura ótima de

armazenamento, maior será a sua vida útil. Para isso, o ideal é que se mantenha o produto em temperaturas adequadas, logo após a sua preparação e durante a cadeia de comercialização até o seu consumo, (Lima, 2000).

O armazenamento a frio retarda os processos fisiológicos como a respiração e a produção de calor vital, que levam à senescência das frutas. A redução da intensidade respiratória reduz as perdas de aroma, sabor, cor, textura e outros atributos de qualidade do produto armazenado. (Filgueiras et al., 1996).

A refrigeração é a prática mais importante para retardar o processo de deterioração, por meio de sua ação sobre os processos metabólicos vinculados à degradação enzimática e processos oxidativos em geral, (Zoffoli et al., 1998). Segundo Hardenburg et al. (1988), a refrigeração é um método eficiente para manter a qualidade dos produtos hortifrutícolas por meio do seu efeito sob o metabolismo do produto. Contudo, mesmo sendo a refrigeração a ferramenta principal, para manter a qualidade dos frutos, muitas vezes, é insuficiente ou determina a ocorrência de distúrbios fisiológicos.

Devem ser empregadas outras técnicas, portanto, que complementem ou melhorem os sistemas de conservação existentes, (Chitarra & Chitarra, 2005). Dentre as alternativas desenvolvidas para melhorar a conservação, surgem as modificações na composição da atmosfera de armazenamento, (Hardenburg et al., 1988).

O uso de atmosfera modificada tem crescido nos últimos 50 anos, contribuindo significativamente para estender a vida pós-colheita e manter a qualidade de várias frutas e hortaliças. Essa tentativa é um dos avanços tecnológicos que têm sido feitos para alcançar e manter a atmosfera modificada do produto fresco, (Kader, 2002a).

Atmosfera modificada pode ser resumida como presença de uma barreira artificial - como embalagem de filme plástico à difusão de gases em torno do produto, (Lana & Finger, 2000). Envolve, também, o decréscimo da

concentração de O₂, reduz a velocidade de respiração, produção de etileno, degradação de clorofila, perda da textura e retarda o amadurecimento e senescência de alguns produtos hortícolas, (Guevara et al., 2003).

Quando a refrigeração é associada à atmosfera modificada, há substancial redução no crescimento microbiano e mudanças químicas e fisiológicas podem ser retardadas nos produtos armazenados, (Santos et al.; 2005).

Para Lana et al. (1998), a refrigeração diminui a taxa de respiração, a perda de água e retarda o amadurecimento. O uso de filmes plásticos proporciona, não apenas a redução da perda de umidade, mas também aumenta a proteção contra danos mecânicos e proporciona maior período de comercialização. Quando uma embalagem de filme plástico é corretamente projetada, a composição gasosa no interior interfere na atividade metabólica do fruto ou da hortaliça, reduzindo-a, obtendo-se, por conseguinte, atraso no amadurecimento, (Mosca et al., 1999). Frutos embalados com filmes plásticos requerem maior tempo de resfriamento que frutos não embalados, (Pantastico, 1975; Shewfelt, 1986; Wolfe, 1984).

Henz (1992) menciona que o uso da refrigeração associada à embalagem favorece o aumento da vida útil de frutos de pimentão cv. Magda e em concordância com este autor. Antoniali et al. (2002) verificaram que a utilização da refrigeração retarda o amadurecimento dos frutos de pimentão, aumentando sua vida de prateleira, sendo técnica eficiente para conservação pós-colheita.

Segundo Jerônimo & Kaneshiro (2000), o emprego da refrigeração prolonga o período de conservação dos frutos e o uso de atmosfera modificada, durante o armazenamento, pode reduzir os danos ocasionados pela respiração e pela transpiração, como perda de massa e mudança na aparência. Para muitas frutas e hortaliças, a embalagem com atmosfera modificada é um suplemento

necessário ao armazenamento à baixa temperatura, ainda mais por reduzir as taxas de deterioração, (Cantwell & Suslow, 2002; Kader, 2002a).

O uso de atmosfera modificada deve ser considerado como suplemento do monitoramento da umidade relativa e temperatura apropriada. O potencial para o benefício ou prejuízo do uso da atmosfera modificada depende do produto, da cultivar, da idade fisiológica, composição atmosférica, temperatura e duração do armazenamento. Isso ajuda a explicar a ampla variabilidade nos resultados entre as publicações para atmosfera modificada usada em determinado produto, (Kader, 2002a; Watada et al., 1996).

As atmosferas modificadas podem ser criadas de forma ativa ou passiva pelo produto. A modificação da atmosfera de forma passiva é obtida no interior da embalagem selada, como resultado direto no consumo de O_2 e produção de CO_2 pela respiração do produto e das características de permeabilidade do filme à temperatura de armazenamento, até que seja atingida a atmosfera de equilíbrio. Na atmosfera de equilíbrio, a quantidade de CO_2 produzida pelo produto no interior da embalagem, é compensada pela sua permeação para o exterior e o consumo de O_2 é compensado pela permeação desse gás para o interior da mesma. Além disso, essa atmosfera deve ser estabilizada rapidamente e sem criar condições de anaerobiose ou injúrias pelo alto nível de CO_2 , (Kader, 2002a; Silva et al.; 2005; Zagory & Kader, 1998). A modificação passiva ocorre quando, ao acondicionar o produto em embalagens de plástico, a composição gasosa no interior da embalagem se modifica, devido a diversos fatores: taxa respiratória do produto, taxa de permeabilidade da embalagem, área da embalagem, peso do produto e temperatura de estocagem. A concentração de oxigênio tende a diminuir, e a de gás carbônico, aumentar, formando, assim, uma atmosfera diferente do ar inicialmente presente, (Moretti, 2007).

No caso da atmosfera ativa, injeta-se uma mistura gasosa no interior da embalagem, com concentrações de O_2 e CO_2 desejadas, após a realização de

vácuo parcial, de tal forma que a atmosfera de equilíbrio seja atingida rapidamente, (Kader, 2002a; Silva et al.; 2005; Zagory & Kader, 1998). A mistura gasosa é composta da associação dos gases O₂, CO₂ e N₂ em proporções adequadas a cada produto, (Moretti, 2007). Uma das vantagens da atmosfera modificada ativa é permitir a rápida estabilização da atmosfera desejada, (Zagory & Kader, 1998).

De acordo com Kader (2002a), quanto maior a relação entre as permeabilidades ao O₂ e ao CO₂, mais apropriado é o filme para a embalagem, pois isso impede que haja acúmulo excessivo de CO₂ que pode ocasionar alterações de sabor.

O sistema a vácuo leva à diminuição do volume de ar no espaço livre da embalagem que, passivamente, é transformado em atmosfera modificada com teores de O₂ e CO₂ favoráveis à manutenção da qualidade da fruta e hortaliça. Essa modificação passiva da atmosfera é controlada pela taxa de respiração do produto e pela taxa de permeabilidade a gases da embalagem, na temperatura de armazenamento, (Sarantópoulos et al., 1996).

A seleção do filme plástico do material de embalagem implica em obter um balanço entre a demanda de oxigênio do produto (consumo de oxigênio pela respiração) e a permeabilidade do filme ao O₂ e CO₂. Vários fatores do produto precisam ser considerados na seleção do filme plástico: a taxa de respiração do produto, a quantidade de produto e as concentrações de equilíbrio de O₂ e CO₂ desejáveis. Já as características do filme plástico incluem a permeabilidade de uma dada espessura do filme ao O₂, CO₂ e vapor de água a uma dada temperatura, área da superfície total da embalagem selada e o volume livre dentro da embalagem, (Cantwell & Suslow, 2002).

Além de produzir a adequada composição gasosa em seu interior, aumentando, assim, a conservação do vegetal, há outras características que devem ser consideradas na escolha da embalagem tais como: soldabilidade,

possibilidade de impressão da marca e outras informações, custo compatível, não deixar resíduos ou odor estranho no vegetal, ser transparente, proporcionar adequada proteção do vegetal embalado e, ainda, proporcionar boa apresentação do produto final, (Jacomino & Arruda, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Procedência e manuseio

Os pimentões (*Capsicum annuum* L.) foram colhidos na Fazenda Experimental de Ijaci – MG, produção no campo, cultivo convencional e manejo recomendado com necessidades de adubação específica para a cultura.

Utilizou-se o híbrido Konan R no estágio de maturação verde, fisiologicamente desenvolvido.

Após a colheita foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

Os frutos foram lavados com detergente, enxaguados em água corrente para remoção de sujidades superficiais provenientes do campo, selecionados quanto à ausência de defeitos, pragas e podridões. Em seguida foram sanificados com hipoclorito de sódio 200mg L^{-1} , por 15 minutos e secos à temperatura de 18°C .

3.2 Tratamento e preparo das amostras

Foram selecionados cerca de 300 frutos para a composição dos tratamentos:

- Controle: frutos acondicionados em bandeja de poliestireno - isopor (18 x 12,5 x 4 cm) sem revestimento.
- Frutos acondicionados em bandeja de poliestireno - isopor (18 x 12,5 x 4 cm) envolta manualmente com filme de policloreto de vinila (PVC) com 14mm de espessura.
- Frutos acondicionados em embalagem flexível (30 x 25 cm) de polipropileno biorientado (BOPP) e selados em seladora Tec Maq AP450.

A unidade experimental constou de 2 frutos, acondicionados em embalagem numerada.

As análises do material do filme plástico, espessura e taxas de permeabilidade ao O₂, e vapor d'água que podem ser verificados na (Tabela 1) foram realizadas no Laboratório de Embalagem do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TABELA 1 Espessura, taxas de permeabilidade ao O₂ e vapor d'água dos filmes plásticos utilizados neste experimento.

Filmes plásticos	Espessura*	O ₂ **	Vapor d'água***
Policloreto de vinila	0,014	414,22	123,39
Polipropileno biorientado	0,0606	63,50	4,35

*mm, **%. m⁻² . dia⁻¹ e ***g.m⁻².dia⁻¹ nas condições normais de temperatura e pressão

As embalagens foram armazenadas em câmara à temperatura de (10± 1°C) e 95%UR por 28 dias. As análises foram realizadas a cada 4 dias.

3.3 Análises

3.3.1 Perda de massa (%)

Foi calculada pela diferença entre a massa inicial dos frutos contidos dentro das embalagens e a obtida em cada intervalo de tempo, utilizando balança semi-analítica Mettler, modelo PC2000.

3.3.2 Monitoramento da concentração de O₂ e CO₂ no interior da embalagem (%)

Na superfície do filme plástico foi fixado um septo de silicone 11x3mm, com fita crepe semitransparente e a cada intervalo de tempo, foi introduzida uma agulha 0,70 x 25 mm, para mensurar a atmosfera interna das embalagens, usando-se um analisador de gases PBI Dansensor, que mede a porcentagem de O₂ e CO₂.

3.3.3 Coloração

Utilizou-se um colorímetro marca Minolta, modelo CR 400. As leituras dos valores L* e a* foram feitas, em lados opostos, sendo três leituras de cada lado do fruto, nos dois frutos presentes na embalagem, em cada repetição, totalizando doze leituras por repetição. A coordenada L* representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a* pode assumir valores de -80 a + 100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente.

3.3.4 Firmeza (N)

Realizada em três pontos, em único lado dos dois frutos presente na embalagem, em cada repetição totalizando seis leituras por repetição. O aparelho utilizado foi o texturômetro Stable Micro System, modelo TAXT2i, utilizando-se a sonda tipo agulha P/2N (2mm de diâmetro), que mediu a força de penetração dessa nos frutos, numa velocidade de 5 mm/s, numa distância de penetração de 3mm, valores previamente fixados. Foi usada uma plataforma HDP/90 como base. A firmeza foi expressa em Newton(N). Posteriormente, amostras de 10g do fruto de cada repetição dos tratamentos foram retiradas e, em seguida, feita a homogeneização em 50 ml de água destilada, utilizando-se um

homogeneizador de tecidos tipo politron. O homogenato foi filtrado em tecido de organza, sendo utilizado o filtrado para determinação de sólidos solúveis, acidez titulável e pH.

3.3.5 Sólidos Solúveis (SS)

O SS foi determinado em refratômetro digital ATAGO PR-100, com compensação automática de temperatura automática a 25°C. Os resultados foram expressos em °Brix, segundo técnica da Association of Official Agricultural Chemists, AOAC (1992).

3.3.6 Acidez Titulável (AT)

Foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N FC 0,98, tendo como indicador fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico por 100g de fruto.

3.3.7 pH

Os valores de pH foram determinados, no filtrado e utilizou-se pHmetro TECNAL (Tec 3MP), segundo AOAC (1992).

3.3.8 Vitamina C

O teor de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, a

520nm, segundo Strohecker & Henning, (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g⁻¹ de fruto.

3.3.9 Clorofila Total

Foi determinada em 10g de material (fruto), triturado em homogeneizador de tecidos tipo politron com 40 ml de acetona P.A., filtrando em seguida. A leitura da absorvância do extrato foi efetuada a 652nm e os resultados expressos em mg.100g⁻¹, segundo a equação adotada por Engel & Poggiani (1991).

3.3.10 Compostos Fenólicos Totais (Determinação de taninos)

Foram extraídos e doseados, segundo a técnica de Goldstein & Swain (1963), com algumas modificações. Foram feitas três extrações sucessivas com metanol 80%. Na determinação foi utilizado o método de Folin-Denis, conforme recomendação da AOAC (1992) e resultados expressos em mg/100g de ácido tânico.

3.4 Extração da parede celular

A parede celular foi extraída do material (polpa mais casca), pesando 50g e triturado em homogeneizador de tecidos tipo politron com 200 ml de álcool 92,8% Em seguida filtrou-se em organza, lavando-se com álcool 92,8% duas vezes, logo após, com álcool etílico absoluto e finalmente com acetona P.A. O processo de extração foi feito com álcool fervente. O material da parede celular foi colocado em placa de Petri para secagem e armazenados em frascos até sua utilização segundo Mitcham & McDonald (1992).

3.4.1 Determinação de pectina total

Em 0,05g do material da parede celular, acrescentaram-se 5ml de ácido sulfúrico(H_2SO_4) 72%. Após repouso por 2h, completou-se o volume para 50 ml com água destilada, filtrando-se em seguida. Para determinação utilizou-se o método carbazol e os resultados foram expressos em porcentagem de açúcar pécico, segundo Bitter & Muir (1962) no material da parede celular.

3.4.2 Determinação de celulose

Em 0,05g do material da parede celular, acrescentaram-se 5ml de ácido sulfúrico(H_2SO_4) 72%. Após repouso por 2h, completou-se o volume para 50 ml com água destilada, filtrando-se em seguida. Para determinação utilizou-se o método Antrona, segundo Dische (1962) e os resultados foram expressos em porcentagem de açúcar celulósico no material da parede celular.

3.4.3 Determinação de hemicelulose

Em 0,05g do material da parede celular, acrescentaram-se 10 ml de ácido trifluoracético (TFA 2N) permanecendo em Banho Maria por 2h. Fim do tempo completou-se o volume para 50 ml com água destilada e filtrando-se em seguida. Tomou-se alíquota de 1 ml para doseamento, utilizando-se o método antrona, segundo Dische (1962) e resultados expressos em porcentagem de açúcar hemicelulósico no material da parede celular.

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado (DIC), cada parcela experimental foi composta por 2 frutos com três repetições. Os resultados observados para cada variável foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial, considerando as parcelas perdidas e as médias de embalagens, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade até o 16º dia de armazenamento. Para a descrição das variáveis filme PVC e embalagem flexível em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises de regressão até o 28º dia de armazenamento, considerando todo o tempo de estudo. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (R Development Core Team, 2007). Os tratamentos foram dispostos por um fatorial 3x8, constituídos por 3 tratamentos (controle, PVC e BOPP) oito tempos de armazenamento (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28). Para análise de taxa respiratória, o esquema fatorial foi 2x7, constituídos por 2 tratamentos (PVC e BOPP) e sete tempos de armazenamento (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perda de massa

A variável perda de massa foi influenciada significativamente pela interação entre os fatores embalagem e tempo de armazenamento. Observou-se maior porcentagem de perda de massa nos pimentões do grupo controle em relação aos grupos com filme de PVC e aos acondicionados em embalagem flexível BOPP. Isso ocorreu porque os frutos controle não possuíam nenhuma barreira física para retardar a transpiração e respiração e, conseqüentemente, a perda d' água, (Tabela 2).

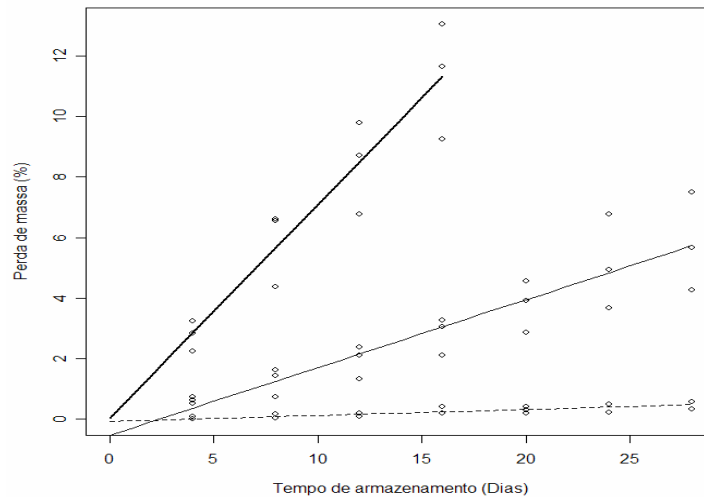
TABELA 2 Valores médios de perda de massa (%) de pimentão armazenado a $(10\pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG.

Embalagem	Tempo de Armazenamento (Dias)			
	4	8	12	16
Controle	2,77a	5,847a	8,427a	11,317a
PVC	0,63b	1,27b	1,94b	2,81b
BOPP	0,03b	0,073b	0,123b	0,27b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de tukey, a 5% de probabilidade.

O tempo afetou significativamente a perda de massa dos pimentões nos tratamentos controle e PVC, (Figura 1). Pode-se observar que houve aumento linear na porcentagem de perda de massa dos pimentões controle e PVC, ao atingir 11,31% e 2,81%, respectivamente no 16º dia de armazenamento. Esse aumento substancial na perda de massa no controle afetou a aparência dos frutos, descaracterizando totalmente a qualidade dos mesmos. A perda de massa relativamente baixa dos pimentões envoltos com filme PVC deve-se à taxa de permeabilidade, ao vapor d'água superior, à embalagem flexível BOPP. Divergindo, trabalhos relatados por Bussel & Kenisgberger (1975) observaram que a perda de massa de 15% seria o limite máximo aceitável para a comercialização do pimentão.

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), perda d'água suficientemente alta altera a aparência e aceitabilidade do produto como alimento. Arjona et al (1994) verificaram que a utilização de filme PVC no revestimento de maracujás-amarelos foi eficiente na minimização de perda de massa e manutenção da aparência externa dos frutos quando armazenados a 10°C por 30 dias.



CONT: $y = 0,035 + 0,7055x$; $R^2 = 88,17\%$
PVC: $y = -0,53 + 0,2238x$; $R^2 = 83,35\%$
BOPP: $y = -0,07381 + 0,019821x$; $R^2 = 75,95\%$

FIGURA 1 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de perda de massa (%) em pimentão armazenado a $(10 \pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

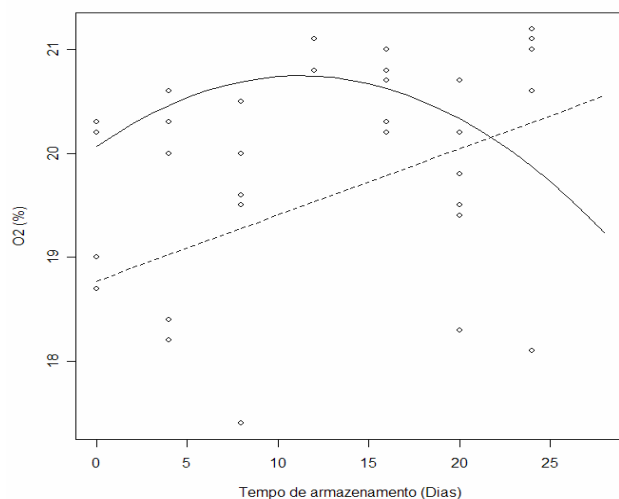
Monitoramento da concentração de O_2 (%) no interior da embalagem

Houve diferença estatística significativa para os fatores embalagem e tempo de armazenamento separadamente.

Os valores médios para a concentração de oxigênio (O_2) no interior da embalagem envolta com filme PVC e embalagem flexível BOPP foi em média 20,4a e 19,5b, respectivamente. Pode-se observar que a concentração de O_2 no interior da embalagem envolta com filme PVC foi próxima a do ar atmosférico (21%). Isso mostra que o filme PVC utilizado no presente trabalho permitiu

intensa troca gasosa com o meio externo e mostrou baixa efetividade na restrição de gases no interior da embalagem.

Para o fator tempo de armazenamento, a concentração de O₂ diferiu nas duas embalagens estudadas: PVC e embalagem flexível BOPP, (Figura 2).



$$\text{PVC: } y = 20,065873 + 0,121131x - 0,005382x^2; R^2 = 20,85\%$$

$$\text{BOPP: } y = 18,76905 + 0,06369x; R^2 = 27,34\%$$

FIGURA 2 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de concentração de oxigênio (%) em pimentão armazenado a (10±1°C) e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — PVC, ---- BOPP.

No tempo zero, ou seja, após acondicionar os pimentões nas embalagens, a concentração de O₂ presente dentro das mesmas foi de 20% e 18,7%, respectivamente. As concentrações dos gases nas embalagens envoltas com PVC aumentaram ligeiramente, apresentando concentração de 21% O₂ no 12º dia de armazenamento, equivalente ao ar atmosférico e, posteriormente, decrescendo

até o último dia de armazenamento, apresentando concentração de 19%. A concentração interna de O₂ presente na embalagem flexível BOPP, aumentou linearmente durante todo o período de armazenamento, em torno de 20,7% ao final do armazenamento, (Figura 2).

Essa diferença de concentração de O₂ no interior das embalagens ao acondicionar os frutos, deve-se ao fato do filme PVC possuir uma espessura inferior ao BOPP e ser mais permeável ao O₂, (Figura 1) e pelo fato de não fechar hermeticamente, em função do filme ser esticável e selado manualmente sobre o fundo da embalagem, permitindo assim troca gasosa com o meio externo.

Monitoramento da concentração de CO₂(%) no interior da embalagem

A variável foi influenciada interativamente pelos fatores embalagem e tempo de armazenamento. A concentração de dióxido de carbono (CO₂), no interior das embalagens contendo pimentões, diferiu estatisticamente apenas nos tempos 0, 4, 8 e 20 dias de armazenamento, (Tabela 3).

A concentração de CO₂ presente dentro da embalagem flexível BOPP foi maior que na embalagem envolta com filme PVC, durante o período de armazenamento, em média de (2,09%) e (0,10%), respectivamente.

As concentrações em média (20,4 % O₂ e 0,10% CO₂), no interior da embalagem envolta com filme PVC e (19,5 % O₂ e 2,09 CO₂), no interior embalagem flexível BOPP, mostra que o filme PVC possui uma espessura inferior ao BOPP e mais permeável ao O₂, (Figura 1) e pelo fato de não fechar hermeticamente, em função do filme ser esticável e selado manualmente sobre o fundo da embalagem, permitindo assim troca gasosa com o meio externo.

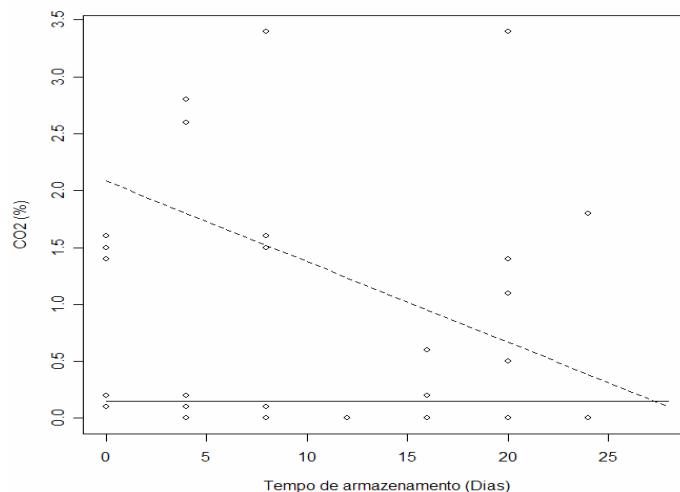
TABELA 3 Valores médios de concentração de dióxido de carbono (%) no interior das embalagens, contendo pimentão armazenado a $(10\pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG.

Embalagem	Tempo de armazenamento (Dias)			
	0	4	8	20
PVC	0,13b	0,10b	0,03b	0,17b
BOPP	1,5a	2,73a	2,17a	1,97a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), atmosfera modificada consegue-se através de revestimentos e filmes plásticos, permitindo que a concentração de CO_2 proveniente do próprio produto aumente e a concentração de O_2 diminua ao redor do mesmo, à medida em que é utilizado pelo processo respiratório. Nesse tipo de armazenamento, as concentrações de O_2 e CO_2 não são controladas e variam com a temperatura, tipo de filme e taxa respiratória do produto.

As embalagens sinalizaram diferenças estatísticas significativas, durante o tempo de armazenamento, em que a concentração de CO_2 no interior da embalagem flexível BOPP no tempo zero apresentou concentração de 2,1%, declinando a 0,1% até o último dia do armazenamento. Já para concentração de dióxido de carbono (CO_2) no interior da embalagem envolta com filme PVC, não observou mudança durante o período de armazenamento que foi de 0,1%, (Figura 3).



PVC: $y = 0,1476$; $R^2 = 7,6\%$
 BOPP: $y = 2,08333 - 0,07083x$; $R^2 = 23,44\%$

FIGURA 3 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de concentração de dióxido de carbono (%) em pimentão armazenado a $(10 \pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — PVC, ---- BOPP.

Esse resultado reforça que o filme PVC possui uma espessura inferior ao BOPP e mais permeável.

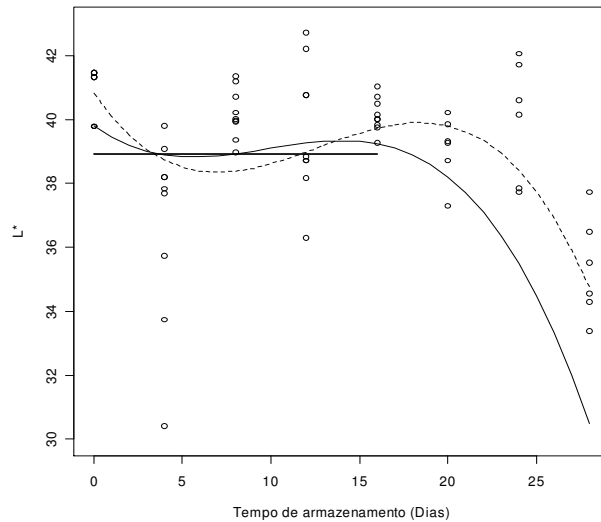
Em razão da grande diversidade de produtos utilizados como hortaliças torna-se inviável uma classificação quanto ao padrão de atividade respiratória. No entanto, uma classificação por meio da qual se considere a intensidade respiratória é fundamental para o conhecimento do seu grau de perecibilidade. Dessa forma agruparam-se os produtos pelo consumo de O_2 ou liberação de CO_2 , apontando, de acordo com a intensidade respiratória a 10°C , que o pimentão apresenta atividade respiratória baixa: $10\text{-}20 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, (Chitarra & Chitarra, 2005).

Coloração (L*, a*)

A variável L* não foi afetada significativamente pelo fator embalagem, apresentando os seguintes valores médios: controle (39,19a), PVC (39,07a) e embalagem flexível BOPP (39,16a). Foi afetada apenas pelo fator tempo de armazenamento, onde a partir do 16º dia de armazenamento verificou-se uma diminuição do valor L* para os tratamentos PVC e embalagem flexível BOPP, (Figura 4).

Esse valor indica quão claro ou escuro é o produto, variando de zero (totalmente preto) a cem (totalmente branco). Esse resultado sinaliza ligeiro escurecimento devido ao armazenamento, provavelmente catalizado pela ação de enzimas oxidativas como a polifenoloxidase e peroxidase que formam pigmentos escuros na superfície do fruto.

Contradizendo, Kim et al. (1989) obtiveram menor incidência de escurecimento em caquis 'Fuyu', armazenados em embalagem flexível de 0,0606mm de espessura. Níveis baixos de O₂ e altas concentrações de CO₂ parecem estar envolvidos com a inibição da atividade da polifenol oxidase (PPO) que é responsável pela formação de pigmentos escurecidos, que causam o escurecimento da casca, (Bem-Arie & Or, 1986), fato esse não encontrado neste trabalho.



CONT: $y=38,94$ $R^2=0,47\%$
 PVC: $y=39,8-0,4x+0,05x^2-0,002x^3$ $R^2=50,3\%$
 BOPP: $y = 40,83 - 0,8x + 0,08x^2 - 0,002x^3$ $R^2 = 42\%$

FIGURA 4: Valores médios e equação de regressão de valor L* em pimentão armazenado a $(10\pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

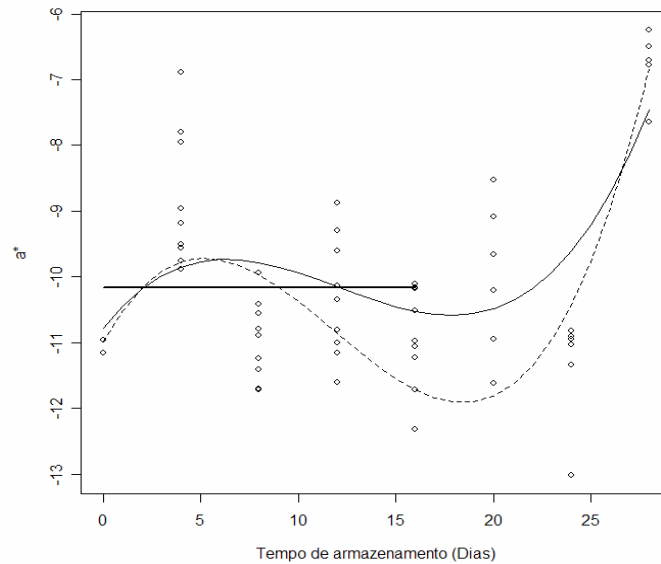
Houve interação entre os fatores embalagem e tempo de armazenamento para a variável a^* onde a coordenada assume valores de -80 a + 100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente. No 16º dia de armazenamento, a embalagem flexível BOPP apresentou maior média que a embalagem PVC. Entretanto, tanto a embalagem flexível BOPP quanto o PVC apresentaram médias iguais ao controle, (Tabela 4).

TABELA 4 Valores médios para variável a^* de pimentão armazenado a $(10\pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG.

Embalagem	Tempo de armazenamento (Dias)
	16
Controle	-10,903ab
PVC	-10,150a
BOPP	-11,7b

Em relação ao fator tempo, as embalagens diferiram entre si a partir do 12º dia de armazenamento, acompanhado de ligeiro declínio na coordenada a^* elevação contínua até o final do armazenamento, (Figura 5).

Os resultados indicam tendência ao amadurecimento, tendo em vista que o pimentão verde é caracterizado como fruto imaturo, pois colhido com 120 dias e o vermelho, com 150 dias e adquire coloração avermelhada com o amadurecimento. Essa tendência ao amadurecimento relaciona-se à degradação de clorofila pela ação da clorofilase e a síntese de novos compostos como os pigmentos.



CONT: $y = -10,15800$; $R^2 = 0,8\%$

PVC: $y = -10,78 + 0,3753x - 0,04014x^2 + 0,001106x^3$; $R^2 = 51\%$

BOPP: $y = -10,99 + 0,5412x - 0,06679x^2 + 0,001884x^3$; $R^2 = 67\%$

FIGURA 5 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de valor a^* em pimentão armazenado ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

Segundo Girardi et al. (2000), a alteração na coloração dos frutos é uma das principais mudanças que ocorrem no amadurecimento. Essa alteração acontece devido à degradação da clorofila (aumento do valor a^*) e síntese de outros pigmentos, como antocianinas e carotenóides. Com o aumento da maturação, a cor de fundo verde muda para amarelo-clara e, paralelamente, ocorre a síntese de antocianinas, pigmentos de cor vermelha, responsáveis pela cor de superfície.

Firmeza

A variável firmeza foi afetada significativamente pela interação entre os fatores embalagem e tempo de armazenamento. A firmeza dos pimentões armazenados em diferentes embalagens diferiu estatisticamente a partir do 4º dia de armazenamento, (Tabela 5).

TABELA 5 Valores médios de firmeza (N) de pimentão armazenado a (10±1°C) e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG.

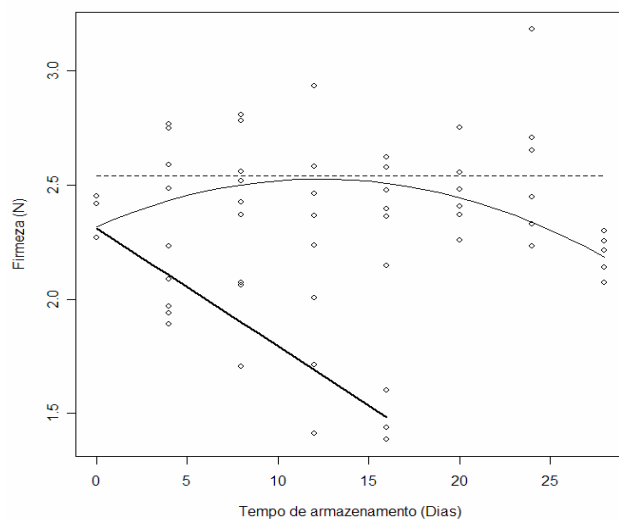
Embalagem	Tempo de Armazenamento (Dias)			
	4	8	12	16
Controle	1,973b	1,947b	1,710b	1,475b
PVC	2,263ab	2,566a	2,702a	2,363a
BOPP	2,667a	2,590a	2,470a	2,499a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de tukey, a 5% de probabilidade.

Em todo o período de armazenamento, os frutos controle apresentaram menor firmeza em relação àqueles dos grupos envoltos com filme de PVC e aos acondicionados em embalagem flexível BOPP. Os frutos acondicionados em embalagem flexível apresentaram maior firmeza numericamente em relação aos envoltos com PVC, exceto no 12º dia de armazenamento, (Figura 6). A diferença na determinação de firmeza do controle em relação aos demais tratamentos se deve à perda de massa excessiva do fruto.

O tempo de armazenamento influenciou a firmeza dos pimentões não somente para o controle como também para os frutos dos grupos envoltos com

PVC, observando-se perda intensa e linear de firmeza no controle até o 16º dia de armazenamento, em média de 2,4 para 1,47, (Figura 5). A perda de firmeza nos frutos envoltos com PVC foi menos acentuada, em média de 2,4 para 2,36 no 16º dia de armazenamento, mantendo-se constante até o final do armazenamento. A diminuição da firmeza ou amaciamento de frutos é decorrente da degradação da parede celular por meio do aumento da atividade enzimática, associada a outros processos, como hidrólise de amido e perda de água, contribuindo finalmente para o amaciamento do fruto, (Chitarra & Chitarra, 2005).



CONT: $y = 2,312267 - 0,051842x$; $R^2 = 76,15\%$
PVC: $y = 2,3184583 + 0,0340283x - 0,0013836x^2$; $R^2 = 19,8\%$
BOPP: $y = 2,540778$; $R^2 = 0,31\%$

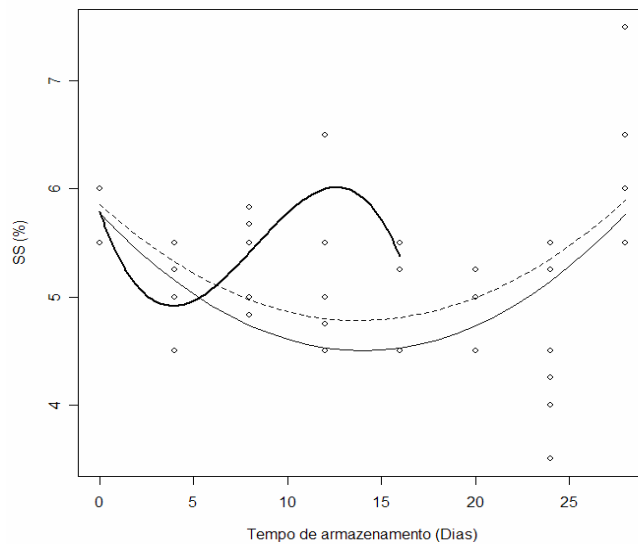
FIGURA 6 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação firmeza em pimentão armazenado a $(10 \pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

Sólidos Solúveis (SS)

A variável SS não foi afetada significativamente pelo fator embalagem, apresentando os seguintes valores médios: controle (5,5a), PVC (5,045a) e embalagem flexível BOPP (5,25a) °Brix.

A análise de variância mostrou efeito significativo somente para o fator tempo de armazenamento, em que houve variação no teor de SS nos frutos controle, com diminuição até o 4º dia de armazenamento, seguido por um incremento até o 12º dia e queda até o 16ª dia de armazenamento. Os frutos envoltos com filme de PVC e acondicionados em embalagem flexível BOPP tiveram comportamento semelhante, com diminuição do teor de SS até o 16ª dia seguido por um aumento até o último dia de armazenamento, (Figura 7).

Esse incremento súbito no teor de SS dos frutos controle deve-se à excessiva perda d'água, concentrando assim o conteúdo celular, em relação aos demais tratamentos.



CONT: $y = 5,791667 - 0,498264x + 0,083333x^2 - 0,003364x^3$; $R^2 = 55,64\%$

PVC: $y = 5,774167 - 0,181696x + 0,006481x^2$; $R^2 = 32,76\%$

BOPP: $y = 5,854167 - 0,154762x + 0,005580x^2$; $R^2 = 51,9\%$

FIGURA 7 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de sólidos solúveis em pimentão armazenado a $(10 \pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

A variação dos sólidos solúveis, durante o amadurecimento e armazenamento, é composta em grande parte por açúcares que compõem o sabor dos frutos, em equilíbrio com os ácidos orgânicos. Quando ocorre perda de massa, há favorecimento no teor de sólidos solúveis, tendo em vista maior concentração nos teores de açúcares no interior dos tecidos, (Kluge & Minami, 1997).

Observou-se comportamento semelhante ao longo do armazenamento, para os frutos dos grupos PVC e BOPP, com declínio do 1º ao 16º dia, com incremento posterior, (Figura 7). Esse comportamento mostra contenção na

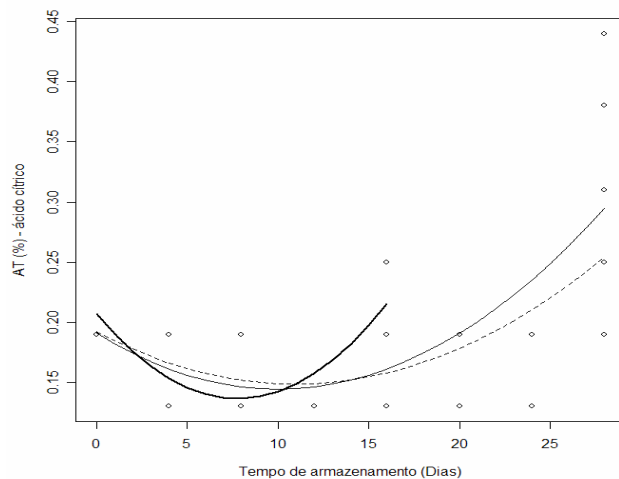
velocidade de produção de SS, sinalizando diminuição na velocidade do metabolismo.

Jerônimo et al (2007), em seu trabalho com mangas “Tommy Atkins” envoltas com filme PVC 0,014mm armazenadas a 24,4°C, observaram incremento de 6,11 para 11,43 °Brix, provavelmente, devido à temperatura de armazenamento.

Com o amadurecimento dos frutos ocorre a transformação das reservas acumuladas durante a formação e o desenvolvimento dos mesmos em açúcares solúveis. O uso de atmosfera modificada através da embalagem influi na velocidade das reações de hidrólise dos carboidratos em açúcares,(Chitarra & Chitarra, 2005).

Acidez Titulável (AT)

A variável AT foi afetada significativamente somente pelo fator tempo de armazenamento, (Figura 8). Pode-se observar que houve decréscimo na AT até o 8º dia de armazenamento, seguido por aumento até o final do armazenamento, nos três tratamentos, sendo mais intenso no controle. Jacomino et al. (2002), em goiabas 'Kumagai', e Lima & Durigan (2000), em goiabas 'Pedro Sato', também observaram aumento no teor de AT, durante o armazenamento em diferentes embalagens, armazenados a 10°C. Segundo Carmo (2004), a acidez titulável dos pimentões aumenta com o amadurecimento. À medida em que o fruto amadurece aumentam as reações metabólicas e cresce a concentração dos ácidos orgânicos envolvidos no ciclo de Krebs.



CONT: $y = 0,2071429 - 0,0180714x + 0,0011607x^2$; $R^2 = 58,52\%$

PVC: $y = 0,1908333 - 0,0092758x + 0,0004638x^2$; $R^2 = 40,17\%$

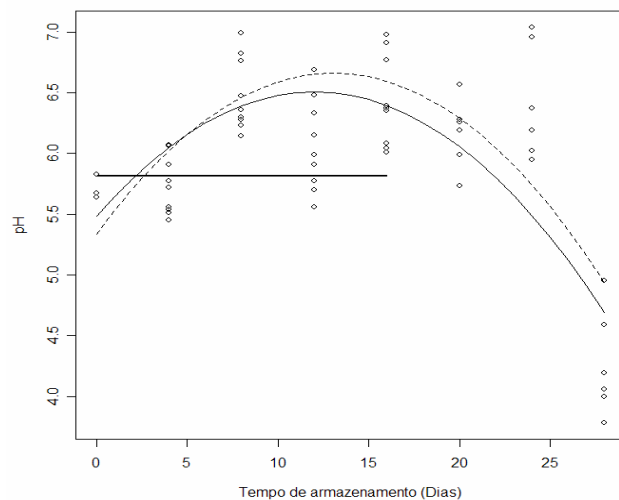
BOPP: $y = 0,1925 - 0,008006x + 0,0003646x^2$; $R^2 = 54,26\%$

FIGURA 8 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de acidez titulável em pimentão armazenado a $(10 \pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

pH

A variável pH não foi afetada, significativamente, pelo fator embalagem, apresentando valores médios: controle (5,983a), PVC (6,390a) e embalagem flexível BOPP (5,820a).

A variável pH foi afetada, significativamente, pelo fator tempo de armazenamento, (Figura 9).



CONT: $y = 5,81533$; $R^2 = 15,3\%$
 PVC: $y = 5,480972 + 0,170640x - 0,007099x^2$; $R^2 = 70,45\%$
 BOPP: $y = 5,339028 + 0,202128x - 0,007729x^2$; $R^2 = 46,73\%$

FIGURA 9 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de pH em pimentão armazenado a $(10 \pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

Os frutos do grupo controle mostraram comportamento atípico, ao manter pH constante, em média 5,98, durante o período de armazenamento, diferindo-se dos demais tratamentos. Apresentaram variação de 5,5 no 1º dia de armazenamento, a 6,5 no 16º dia e reduziram gradativamente para 5,02 até o final do armazenamento, concordando com a tendência de aumento da AT, (Figura 8). Os resultados estão de acordo com os obtidos por Vicentini et al. (1999) que reportaram valor máximo de 6,52 para pimentão no estágio verde e 5,02 quando no estágio maturo.

Vitamina C

A variável vitamina C foi influenciada interativamente pelos fatores embalagem e tempo de armazenamento. Os valores de vitamina C dos pimentões armazenados em diferentes embalagens diferiram estatisticamente no 4º, 8º e 16º dia de armazenamento. Os frutos do grupo controle apresentaram maior teor de vitamina C no 4º, 8º e 16º dia de armazenamento, seguido pelos frutos dos grupos embalagem flexível BOPP e PVC, respectivamente, com declínio no teor de vitamina C no 16º dia de armazenamento, (Tabela 6).

TABELA 6 Valores médios de vitamina C ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) de pimentão armazenado a $(10 \pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG.

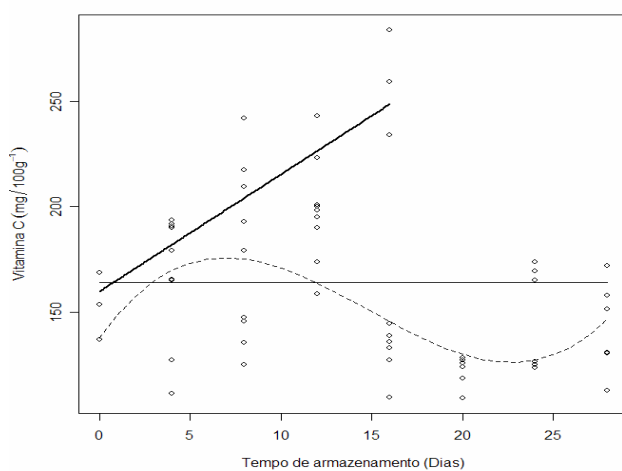
Embalagem	Tempo de Armazenamento (Dias)		
	4	8	16
Controle	190,80a	217,59a	259,44a
PVC	179,21ab	135,31b	126,87b
BOPP	134,57b	178,69ab	135,64b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de tukey, a 5% de probabilidade.

A maior concentração do teor de vitamina C no controle pode estar relacionada à perda excessiva de massa fresca dos frutos nessa condição de armazenamento. O decréscimo do teor de vitamina C da embalagem flexível BOPP e PVC pode ter ocorrido mediante reações enzimáticas oxidativas, à transformação da forma reversível do ácido dehidroascórbico (forma reduzida

do ácido ascórbico) na forma irreversível de ácido 2,3 dicetogulônico, (Watada, 1987, citado por Alves, 1993), causando diminuição no teor total desse componente.

A variável vitamina C foi afetada, significativamente, pelo fator tempo de armazenamento nos 3 tratamentos, (Figura 10).



CONT: $y = 159,715 + 5,574x$; $R^2 = 60,3\%$

PVC: $y = 163,9953$; $R^2 = 8,2\%$

BOPP: $y = 137,64 + 12,1386x - 1,137x^2 + 0,02554x^3$; $R^2 = 31,5\%$

FIGURA 10 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de vitamina C ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) em pimentão armazenado a ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

Observou-se aumento linear ao longo do armazenamento na concentração de vitamina C no tratamento controle o qual está relacionado à perda excessiva de massa fresca dos frutos nessa condição de armazenamento, (Figura 1). Os frutos envoltos com filme de PVC mantiveram o teor de vitamina C, ao longo do armazenamento, ao passo que frutos acondicionados em embalagem flexível, a concentração de vitamina C aumentou até o 8º dia de armazenamento, com declínio no decorrer do armazenamento. O filme PVC possui espessura inferior e taxa de permeabilidade ao vapor d'água superior ao da embalagem flexível, (Tabela 1) e concentra, assim, o teor de vitamina C revelando idéia errônea de maior teor da vitamina.

Jacomino (1999) ao trabalhar com goiabas brancas 'Kumagai', armazenadas a 10°C em diferentes embalagens, observou aumento no teor de ácido ascórbico com posterior diminuição durante o amadurecimento dos frutos.

Os valores de ácido ascórbico, encontrados para o pimentão armazenado em diferentes embalagens neste estudo, são superiores aos indicados por Molinari et al (1999), ou seja, 128mg.100g⁻¹ de ácido ascórbico em pimentões completamente verdes.

Dentre as vitaminas, o ácido ascórbico é o mais instável ao calor, à oxidação, à desidratação e à armazenagem. Entre os numerosos fatores que podem influenciar os mecanismos degradativos, cabe citar, também, a concentração de sais e açúcares, o pH, a quantidade de oxigênio livre, as enzimas, os catalisadores metálicos, a concentração inicial do ácido e a relação ácido ascórbico/ácido dehidroascórbico, (Tannenbaum et al.; 1993).

Clorofila Total

A variável clorofila total foi influenciada interativamente pelos fatores embalagem e tempo de armazenamento. Os valores de clorofila total dos pimentões armazenados em diferentes embalagens diferiram estatisticamente no 8º, 12º e 16º dia de armazenamento, (Tabela 7).

TABELA 7 Valores médios de clorofila total ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de pimentão armazenado a ($10\pm 1^\circ\text{C}$) e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG.

Embalagem	Tempo de Armazenamento (Dias)		
	8	12	16
Controle	4,991b	5,675a	5,310a
PVC	5,82ab	5,577a	3,192b
BOPP	6,965a	4,793b	5,022a

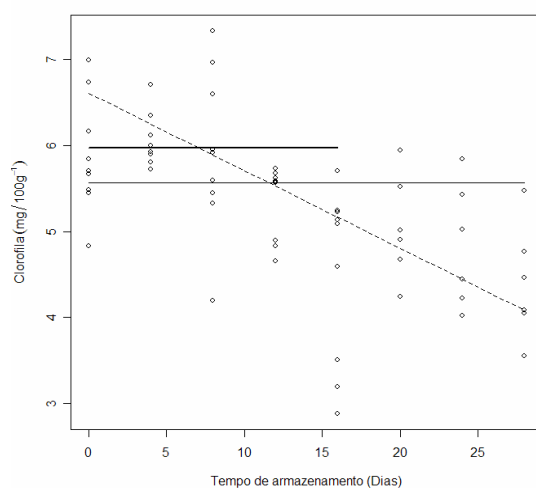
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de tukey, a 5% de probabilidade.

No 8º dia de armazenamento, os frutos acondicionados em embalagem flexível apresentaram maior valor de clorofila total, seguido pelo PVC e controle. No 12º e 16º dias de armazenamento, o controle apresentou maior valor em relação aos demais tratamentos, porém, os frutos nas 3 condições de armazenamento apresentaram uma pequena oscilação nos teores de clorofila total no 12º e 16º dias de armazenamento, com tendência a degradação, (Tabela7).

De acordo com Wills et al. (1998), a degradação da clorofila ocorre em

função de mudanças de pH, de ácidos, do aumento dos processos oxidativos e da ação da clorofilase.

A variável clorofila total foi afetada, significativamente, pelo fator tempo de armazenamento nos 3 tratamentos, (Figura 11).



CONT: $y = 5,974$; $R^2 = 19,61\%$
PVC: $y = 5,56756$; $R^2 = 12,29\%$
BOPP: $y = 6,60867 - 0,09014x$; $R^2 = 63,86\%$

FIGURA 11 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de clorofila total ($\text{mg}100\text{g}^{-1}$) em pimentão armazenado a ($10\pm 1^\circ\text{C}$) e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

O teor de clorofila total manteve-se constante para os frutos na condição controle e acondicionados em filme PVC, enquanto para os frutos acondicionados em embalagem flexível o teor de clorofila total decresceu linearmente e acentuadamente ao longo do armazenamento. Esse fato deve-se,

provavelmente, ao mesmo caso do teor de vitamina C, em que no controle pode ser relacionado à perda excessiva de massa fresca dos frutos nessa condição de armazenamento, (Figura 1). Concentrou o teor de clorofila total e, no caso dos frutos envoltos com filme PVC, esse tipo de filme possui espessura inferior e taxa de permeabilidade ao vapor d'água superior ao da embalagem flexível, (Tabela 1) e condensou, assim, o teor de clorofila total, visualizando idéia errônea de menor degradação deste pigmento.

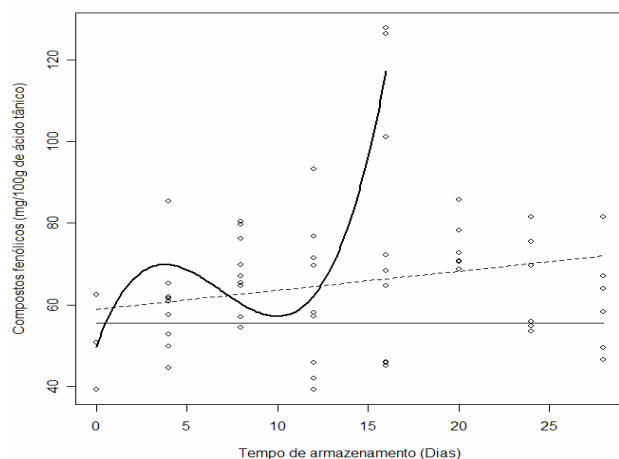
Compostos Fenólicos Totais (Taninos)

A análise de regressão mostrou que a determinação de compostos fenólicos foi influenciada, significativamente, somente pelo fator tempo de armazenamento, na condição controle, (Figura 12).

Houve oscilação no teor de taninos para os frutos controle, com aumento até o 4º dia de armazenamento, seguido por um pequeno decréscimo no 12º dia e, em seguida, um aumento súbito até o 16º dia de armazenamento. Para os frutos envoltos em filme PVC e os acondicionados em embalagem flexível BOPP, os compostos fenólicos não diferiram estatisticamente entre si e os teores se mantiveram constantes até o 28º dia de armazenamento, com uma pequena elevação para os frutos acondicionados em embalagem flexível, (Figura 12).

Os compostos fenólicos são os responsáveis pela coloração e adstringência de muitos frutos, sendo os taninos um dos principais componentes. Esses compostos apresentam radicais hidroxila ligados a um anel benzênico, agrupados em diferentes classes, podendo ser um monômero, dímero, oligômero e polímero. O poder adstringente dos taninos é devido a sua estrutura química de cadeia curta, formada por dímeros, (Chitarra & Chitarra, 2005). Com o amadurecimento dos frutos, ocorre a complexação e condensação desses dímeros os quais formam fenólicos polimerizados (pigmentos escuros),

localizados na casca do fruto e todo esse processo é dependente de O₂. A elevação acentuada do teor de fenólicos totais nos pimentões do grupo controle pode estar associada ao processo respiratório mais intenso em relação aos demais tratamentos.



CONT.: $y = 49,6767 + 12,2169x - 2,2259x^2 + 0,1079x^3$; $R^2 = 76\%$

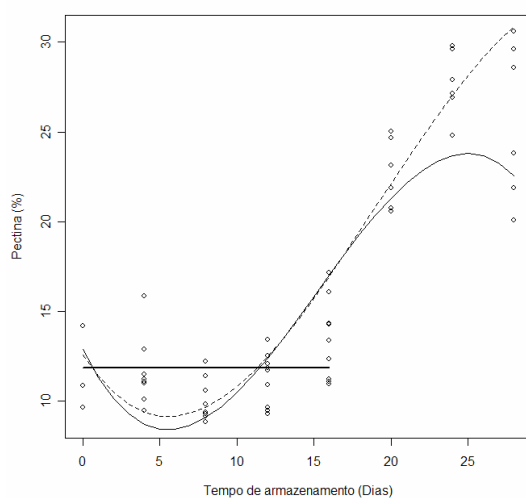
PVC: $y = 55,5628$; $R^2 = 3\%$

BOPP: $y = 58,8637 + 0,4682x$; $R^2 = 14,37\%$

FIGURA 12 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de compostos fenólicos totais (mg/100g de ácido tânico) em pimentão armazenado a (10±1°C) e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda — controle, — PVC, ---- BOPP.

Pectina Total

A variável pectina total foi afetada, significativamente, pelo fator tempo de armazenamento. Observou-se aumento linear ao longo do armazenamento no teor de pectina total para os frutos envoltos com filme PVC e acondicionados em embalagem flexível, (Figura 13).



$$\text{CONT: } y = 11,85825; R^2 = 8,6\%$$

$$\text{PVC: } y = 12,87 - 1,74x + 0,1921x^2 - 0,0042x^3; R^2 = 85,98\%$$

$$\text{BOPP: } y = 12,586 - 1,31x + 0,1373x^2 - 0,0024x^3; R^2 = 95,33\%$$

FIGURA 13 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de pectina (%) em pimentão armazenado a $(10 \pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, - - - PVC, BOPP.

A pectina em frutos encontra-se em diversas formas, caracterizadas por diferentes solubilidades. A protopectina é a forma insolúvel em água e produz ácidos pectínicos por hidrólise parcial (esterificados com grupos metálicos) ou ácidos pécnicos (sem esterificação), chamados de pectinas solúveis, (Chitarra &

Chitarra, 2005). No decorrer do amadurecimento, há transformação da protopectina em pectina a qual por ação enzimática, sofre desmetoxilação e simplificação das cadeias, causando a solubilização até a degradação total, quando a fruta está muito madura. A protopectina predomina nas frutas verdes e, juntamente com o amido, é responsável pela firmeza dos frutos, (Fonseca, 1974). O pimentão verde é caracterizado como fruto imaturo e, provavelmente, há predominância de protopectina, contribuindo para o retardo na degradação biológica das substâncias pécticas, pelas enzimas pectinametilesterases e poligalacturonases, (Fonseca, 1974), prolongando a firmeza dos frutos nos grupos PVC e embalagem flexível BOPP observado neste trabalho.

Celulose

A variável celulose foi influenciada interativamente pelos fatores embalagem e tempo de armazenamento. Os valores de celulose dos pimentões armazenados em diferentes embalagens diferiram estatisticamente no 4º, 8º, e 16º dia de armazenamento, (Tabela 8).

Os frutos do grupo controle apresentaram menor valor de celulose em relação aos demais tratamentos somente no 4º dia de armazenamento, com acréscimo até o 16º dia, seguido pelos frutos acondicionados em embalagem flexível e PVC, respectivamente.

TABELA 8 Valores médios de celulose (%) de pimentão armazenado a (10±1°C) e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG.

Embalagem	Tempo de Armazenamento (Dias)		
	4	8	16
Controle	13,932b	21,727a	29,253a
PVC	16,249ab	15,846c	24,438a
BOPP	18,009a	19,85b	24,914b

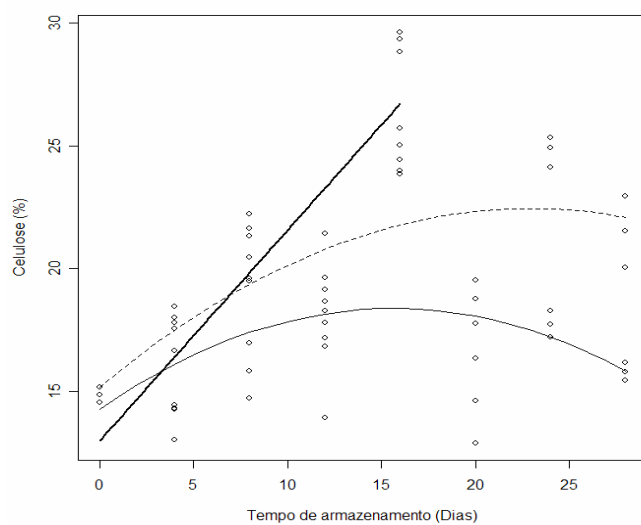
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de tukey, a 5% de probabilidade.

O aumento no teor de celulose nos frutos do grupo controle está relacionado, provavelmente, à perda de massa observada durante o armazenamento. Já nas outras condições de armazenamento, principalmente, nos frutos acondicionados em embalagem flexível o aumento nos teores de celulose, pode ser considerado como mais um fator na manutenção da firmeza, na qual cadeias de celulose encontram-se mais compactas, uma vez que os frutos nessa condição não sofreram perda de massa, tornando difícil o acesso de enzimas às ligações β 1-4 entre as moléculas de glicose.

A variável celulose foi afetada significativamente pelo fator tempo de armazenamento nos 3 tratamentos, (Figura 13).

Os frutos do grupo controle apresentaram aumento linear e súbito nos teores de celulose, chegando a 27% no 16º dia de armazenamento. Observou-se incremento gradativo nos teores de celulose nos frutos acondicionados em embalagem flexível até o 20º dia de armazenamento, mantendo-se constante até o final do armazenamento. Já para os frutos envoltos com PVC, o aumento no

teor de celulose mostrou-se inferior aos demais tratamentos, aumentando até o 16º dia de armazenamento e posterior declínio até o final do armazenamento.



CONT: $y = 12,9857 + 0,8577x$; $R^2 = 75,95\%$
 PVC: $y = 14,29 + 0,523x - 0,0167x^2$; $R^2 = 18\%$
 BOPP: $y = 15,1822 + 0,633x - 0,01379x^2$; $R^2 = 57,34\%$

FIGURA 14 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de celulose (%) em pimentão armazenado a $(10 \pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

A celulose é o principal composto da parede celular, um polissacarídeo cuja molécula é formada por cadeias lineares de D-glicose com ligação β -1-4.

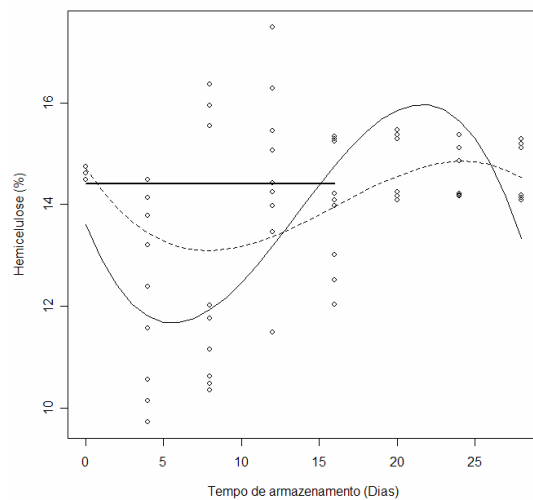
A celulose se apresenta em forma de estruturas filamentosas chamadas microfibrilas, são estruturas relativamente rígidas que contribuem para a resistência e a predisposição estrutural da parede celular. Os glucanos individuais que constituem a microfibrila estão firmemente alinhados e ligados entre si, formando uma fita altamente ordenada. Como resultado, a celulose é muito forte, muito estável e resiste à degradação, (Taiz & Zeiger, 2004).

A utilização das embalagens foi eficiente na contenção da perda de firmeza e perda de massa e, provavelmente, retardando ação da enzima celulase na degradação da celulose na parede celular dos frutos. Mitcham & McDonald (1992), também, observaram aumento de celulose durante o amadurecimento de mangas 'Tommy Atkins' e 'Keitt'. O aumento no teor de celulose pode, ainda, relacionar-se à perda de outros compostos da parede celular, especialmente hemicelulose, (Mitcham et al, 1991).

Hemicelulose

A variável hemicelulose foi influenciada somente pelo fator tempo de armazenamento em todos os tratamentos (Figura 15).

Os frutos do grupo controle mantiveram o teor de hemicelulose constante durante o armazenamento, em torno de 14,5%. Observou-se nos frutos envoltos com PVC, variação no teor de hemicelulose no período de armazenamento. Para os frutos acondicionados em embalagem flexível, o decréscimo no teor de hemicelulose foi menos acentuado, com leve diminuição do 1º ao 8º dia, com pequeno incremento posterior, (Figura 15).



CONT: $y = 14,41$; $R^2 = 7,8\%$

PVC: $y = 13,61 - 0,76x + 0,0856 x^2 - 0,0021 x^3$; $R^2 = 52,39\%$

BOPP: $y = 14,715 - 0,46x + 0,0386 x^2 - 0,0008 x^3$; $R^2 = 38,96\%$

FIGURA 15 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de hemicelulose (%) em pimentão armazenado a $(10 \pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR por 28 dias em diferentes embalagens. UFLA/DCA Lavras, MG. Legenda: — controle, — PVC, ---- BOPP.

Esta queda no teor de hemicelulose a partir do 20º dia de armazenamento nos frutos envoltos com PVC, que coincide com a queda no teor de celulose nesse mesmo tratamento, pode ser explicada pelo fato das fibrilas de celulose serem unidas por pontes de hidrogênio responsáveis pela interação de celulose com hemicelulose, (Fry, 1986).

Durante o processo de amadurecimento podem ocorrer não somente reações degradativas, mas também de síntese, conforme verificaram Fischer et al., (1994).

As hemiceluloses são polissacarídeos flexíveis que, caracteristicamente, ligam-se à superfície da celulose, (Taiz & Zeiger, 2004), constituído por açúcares neutros que interagem com a celulose e as substâncias pécnicas. Além disso, tem sido postulado que, além de oferecer proteção a estrutura da celulose, as moléculas de hemicelulose podem também formar ligações entre fibrilas adjacentes.

O comportamento do material de parede celular, durante o amadurecimento, é bastante diferente entre os frutos. Alguma síntese de parede celular pode ter ocorrido durante o processo de amadurecimento, devido ao aumento do material, principalmente, nos frutos acondicionados em embalagem flexível BOPP. Isso coloca a possibilidade de que novas ligações cruzadas interpoliméricas de parede possam ser formadas durante o amadurecimento, modificando talvez alguns dos efeitos das enzimas que degradam a parede celular.

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que as duas embalagens testadas são eficazes na manutenção da qualidade pós-colheita do pimentão (*Capsicum annum* L.) em relação ao controle. Os pimentões armazenados em polipropileno biorientado (BOPP) armazenado a $(10\pm 1^\circ\text{C})$ e 95%UR apresentaram menos perda de massa, menor taxa respiratória, e maior firmeza durante o armazenamento.

A vida útil para comercialização dos pimentões é de 24 dias para os frutos acondicionados em embalagem flexível (BOPP), 20 dias para os frutos envoltos com filme PVC e 12 dias para os frutos do grupo controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. E. **Acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) fisiologia da maturação e armazenamento refrigerado sob atmosfera ambiente e modificada.** 1993. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

ANTONIALI, S.; LEAL PAM; CHINCHIO G.; PATARO, L.L.; BORGHI, E. Comparação de duas temperaturas de refrigeração na conservação pós-colheita de pimentão amarelo submetido a diferentes embalagens. In: FEIRA E CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO DO MERCOSUL, 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ASBRAV, 2002. CD-Rom.

ARJONA, H.E.; MATTA, F.B.; GARNER JÚNIOR, J.O. Wrapping in polyvinyl chloride film slows quality loss of yellow passion fruit. **Hortscience**, Alexandria, v.29, n.4, p.295-296, Apr. 1994.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists.** 15thed. Washington, 1992. 2v.

BARROS, J. C. da S. M. de; GOES, A. de; MINAMI, K. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Agricola**, v.51, p. 363-368, 1994.

BEN-ARIE, R., OR, E. The development and control of husk scald on 'wonderful' pomegranate fruit during storage. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.11, p.395-399, 1986.

BITTER, T.; MUIR, H.M.A. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v.34, p.330-334, 1962.

BLAT-MARCHIZELI SFB; YAÑEZ LDT; COSTA CP. Pimentão: deu oídio. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, v.21, p.10-11, 2003.

BLEINROTH, E.W. Matéria prima. In: ITAL. Abacaxi-cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2.ed. Campinas: ITAL, 1987. p.133-64. (Série Frutas Tropicais, 2).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa Conjunta SARC/ANVISA/INMETRO nº 9. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 12 nov. 2002.

BUSSEL, J.; KENIGSBERGER, Z. Packaging green bell peppers in selected permeability films. **Journal of Food Science**, v. 40, p. 1300-1303, 1975.

CAMARGO, L de S. **As hortaliças e seu cultivo**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252p.

CANTWELL, M.I.; SUSLOW, T.V. Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3.ed. Davis: Califórnia, 2002. cap. 36, p.445-463.

CARMO, S.A. **Conservação pós-colheita de pimentão amarelo 'Zarco HS'**. 2004. 127p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP.

CASALI, V.W.D.; COUTO, F.A.A. Origem e botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.113, p.8-10, maio 1984.

CASALI, V.W.D.; STRINGHETA, P.C. Melhoramento do pimentão e pimenta para fins industriais. **Informe Agropecuário**, v.10, p.23-25, 1984.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

DISCHE, Z. Color reaction of carbohydrates. In: WHISTLER, R.L.; WOLFRAN, M.L. **Methods in carbohydrates chemistry**. New York: Academic, 1962. v.1, p.477-512.

EL SAIED, H.M. Chemical composition of sweet and hot pepper fruits grown under plastic house conditions. **Egyptian Journal of Horticulture**, v.22, n.1, p.11-18, 1995.

ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Viçosa, MG: UFV, 2003. 333 p.

FILGUEIRAS, H.A.C.; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Armazenamento de ameixas sob refrigeração e atmosfera modificada - 2: colapso interno (internal breakdown) e textura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 129-135, 1996.

FISHER, M.; ARRIGONI, E.; AMADO, R. Changes in pectic substances of apples during development and post harvest ripening. Part. 2: Analysis of the pectic fractions. **Carbohydrate Polymers**. London, v. 25, p. 167-175, 1994.

FONSECA, A.F.A. da. **Avaliação do comportamento de cultivares de pimentão** (*Capsicum annuum* L.) em Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA, 1986. 6p.

FONSECA, H. Amadurecimento de frutas. **Bioquímica de alimentos**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1974. 249p.

FRY, S.C. Cross-linking of matrix polymers in the growing cell walls of angiosperms. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 37, p. 165-186, 1986.

GIRARDI, C.L.; ROMBALDI, C.V.; PARUSSOLO, A.; DANIELI, R. **Manejo pós-colheita de pêssegos cultivar Chiripá**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2000. 36 p. (Circular Técnica, 28).

GOLDSTEIN, J.L.; SWAINT, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.2, p.371-383, 1963.

GUEVARA, J. C.; YAHIA, E. M.; FUENTE, E.B. de la; BISERKA, S. P. Effects of elevated concentrations of CO₂ in modified atmosphere packaging on the quality of prickly pear cactus stems (*Opuntia* spp.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 29, p. 167-176, 2003.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist nursery stocks**. Washington: USDA, 1988. 163p. (Agriculture Handbook, 66).

HENZ G.P. Conservação pós-colheita de pimentões através do uso de embalagens e refrigeração. **Horticultura Brasileira**, v.10, p.110-112, 1992.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3.ed. São Paulo, 1985. v.1, 533p.

JACOMINO, A.P. **Conservação de goiabas 'Kumagai' em diferentes temperaturas e materiais de embalagem.** 1999. 90p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C. de. Aplicações da atmosfera modificada em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras, Resumos e Oficinas...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p.48-52.

JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P.R. de C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agricola**, v.59, p.303-308, 2002.

JERONIMO, E.M.; BRUNINI, M.A.; ARRUDA, M.C.; CRUZ, J.C.S.; FISCHER, I.H.; GAVA, G.I.C. Conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.3, p.417-426, jul./set. 2007.

JERÔNIMO, E.M.; KANESIRO, M.A.B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.2, p.237-243, 2000.

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops.** 2nded. Davis: University of California, 1992. 296p.

KADER, A.A. Modified atmosphere during transport and storage. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops.** 3.ed. Davis, California, 2002a. cap.14, p.135-144.

KADER, A.A. **Postharvest biology and technology:** an overview. In: Postharvest technology os horticultural crops. 3.ed. California: University of California. Agriculture and Natural Resources, 2002b. 535p. (Davis Publ. 3311).

KIM, Y.S.; JEONG, S.B.; SON, D.S. Studies of the casual factors of skin browning during storage and its control in non-astringent persimmon. **Research Reports of the Rural Development Administration - Horticulturae**, Korea, v.31, n.3, p.62-72. 1989.

KLUGE, R.A.; MINAMI, K. Efeito de ésteres de sacarose no armazenamento de tomates 'Santa Clara'. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.1-2, p.39-44, 1997.

LANA, M.M.; FINGER, F.L. **Atmosfera modificada e controlada**: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 34 p.

LANA, M.M.; NASCIMENTO, E.F.; MELO, M.F. de. **Manipulação e comercialização de hortaliças**. Brasília: Embrapa/SPI/CNPH, 1998. 47p.

LANA, M.M.; TIJSKENS, L.M.M.; KOOTE, O. VAN. Effects of storage temperature and stage of ripening on RGB colour aspects of fresh-cut tomato pericarp using video image analysis. **Journal of Food Engineering**, v.30, 2005.

LIMA, L.C. de O. Processamento mínimo de Kiwi e mamão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS. 2., 2000, Viçosa, MG. **Palestras...** Viçosa, MG: UFV, 2000.

LIMA, M.A.; DURIGAN, J.F. Conservação de goiabas 'Pedro Sato' associando-se refrigeração com diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, p.232-236, 2000.

MEDINA, P. V. L. Manejo pós-colheita de pimentões e pimentas. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.10, n.113, p. 72-76, 1984.

MITCHAM, E. J.; McDONALD, R. E. Characterization of the ripening of carambola (*Averrhoa carambola* L.). fruit. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, n.104, p.104-108, 1991.

MITCHAM, E.J.; McDONALD, R.E. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.117, n.6, p.919-924, 1992.

MOLINARI, A. F.; CASTRO, L. R.; ANTONIALI, S.; PORNCHALO, E.N.; PONG,P.; FOX,A. J.; SARGENT, S. A.; LAMB, E. M. The potential for bell pepper harvest prior to full color development. In: Florida State Horticultural Society, Stuart, 1999. **Proceedings...** Stuart, 1999. p. 143-146.

MORETTI, C.L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças/SEBRAE, 2007.

- MOURA, M.A. de; LOPES, L.C.; CARDOSO, A.A.; MIRANDA, L.C.G. de. Efeito da embalagem e do armazenamento no amadurecimento do caqui. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p.1105-1109, 1997.
- MOSCA, J.L.; MUGNOL, M.; VIEITES, R. **Atmosfera modificada na pós-colheita de frutas e hortaliças**. Botucatu: FEPAF, 1999. 28p.
- NANNETTI, D.C. **Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão**. 2001. 184p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PANTASTICO, E.R.B. **Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. 560p.
- PEREIRA, G.E. **Caracterização agrônômica de cultivares de videira para suco em Minas Gerais: avaliação analítica e sensorial dos sucos**. 2001.126p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Pós-Colheita) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- POBLETE, E.R. El cultivo da la chiles dulces. **Novedades Horticolas**, v.16, n.1-4, p.21-27, 1971.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, Áustria: R Foundation for Statistical Computing, 2007. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 nov. 2007.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org). Cultivo: do plantio à colheita. In: _____. **Capsicum: Pimenta e pimentões no Brasil**. Brasília: EMBRAPA. Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 113 p.
- SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; ALVES, R.M.V.; OLIVEIRA, L.M de; GOMES, T.C. **Embalagens com atmosfera modificada**. 2.ed. Campinas: CETEA/ITAL, 1996. 114p.
- SANTOS, J.C.B.; VILAS BOAS, E.V de B.; PRADO, M.E.T.; PINHEIRO, A.C.M. Avaliação da qualidade do abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.346-352, mar./abr. 2005.
- SHEWFELT, R.L. Postharvest treatment for extending the shelflife of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n.5, p.70-80, 1986.

SIGRIST, J. M. M. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CEREDA, M. P.; SANCHES, L. **Manual de armazenamento e embalagens-produtos agropecuários**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1983.p.1-12.

SILVA, E. de O.; CARNELOSSI, M.A.G.; JACOMINO, A.P.; PUSCHMANN, R.; SOARES, N. de F.F.; ALVES, R.E.; MOSCA, J.L.; FILGUEIRAS, H.AC.; BASTOS, M. dos S.R.; SARRIA, S.D.; YAGUIU, P. Formas de presentación. In: GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; GARDEA, A.A.; CUAMEA-NAVARRO, F. (Ed). **Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados**. Hermosillo: CIAD, A.C., 2005. cap.3, p.37-58.

STROHECKE R, R.; HENNING, H.M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TANNENBAUM, S.R.; YOUNG, V.R.; ARCHER, M.C. Vitaminas y minerales. In: FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2 ed. Zaragoza: Acribia, 1993. cap. 7, p.537-613.

VICENTINI, N.M.; CEREDA, M.P.; CÂMARA, F.L. de A. Revestimento de fécula de mandioca, perda de massa e alteração de cor de frutos de pimentão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.3, p.713-716, jul./out. 1999.

VILA, M.T.R. **Qualidade pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca**. 2004. 66p.
Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

WATADA, A.E.; KO, N.P.; MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology Technology**. v.9, n.2, p.115-126, 1996.

WILL, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales**. 2.ed. Tradução de J. B. González. Zaragoza: Acribia, 1998. 240p.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales**. Tradução de J. B. Gonzáles. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1998. 240 p.

WOLFE, S. K. Technology and markers for controlled atmosphere packaging of fresh fruits and vegetables. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONTROLLED ATMOSPHERE PACKAGING, Chicago, 1984. **Proceedings**....Princeton: Schotland Business Research, 1984. p. 109-133.

ZAGORY, D. What modified atmosphere packaging can and can't do for you. In: ANNUAL POSTHARVEST CONFERENCE & TRADE SHOW, 16., 2000,. **Anais**... Washington: Washington State University, 2000.

ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food technology**, Chicago, v.42, n.9, p.70-77, Sept. 1998.

ZOFFOLI, J.P.; RODRIGUEZ, I.; ALDUCE, P.; CRISOSTO, C.H. Atmosfera modificada en frutos de duraznos “Elegant Lady” y “O’ Henry”. **Frutícola**, v.18, n.2, p.59-65, 1998.

ANEXOS

	Página
QUADRO 1 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para perda de massa (%) de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	64
QUADRO 2 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para concentração de oxigênio (%) de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	64
QUADRO 3 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para concentração de dióxido de carbono (%) de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	65
QUADRO 4 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor L* de pimentão armazenado em diferentes embalagens....	65
QUADRO 5 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor a* de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	66
QUADRO 6 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para firmeza de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	66
QUADRO 7 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para sólidos solúveis (SS) de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	67

	Página
QUADRO 8 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para acidez titulável (AT) de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	67
QUADRO 9 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para pH de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	68
QUADRO 10 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para vitamina C de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	68
QUADRO 11 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para clorofila de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	69
QUADRO 12 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para compostos fenólicos (taninos) de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	69
QUADRO 13 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectina total (parede celular) de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	70
QUADRO 14 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para celulose (parede celular) de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	70

	Página
QUADRO 15 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para hemicelulose (parede celular) de pimentão armazenado em diferentes embalagens.....	71

QUADRO 1 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para **perda de massa** (%) de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	359.27	179.63	19.766	2.2e-16***
Tempo	6	101.11	16.85	20.616	2.656e ⁻¹⁰ ***
Emb*Tempo	9	87.20	9.69	11.854	2.114e ⁻⁰⁸ ***
Resíduo	36	29.43	0.82	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 2 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para concentração de **oxigênio** (%) de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	1	7.8867	7.8867	12.9593	0.001215**
Tempo	6	14.8367	2.4728	4.0632	0.004708**
Emb*Tempo	6	5.9500	0.9917	1.6295	0.176032
Resíduo	28	17.0400	0.6086	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 3 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para concentração de **dióxido de carbono** (%) de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	1	12.3771	12.3771	43.2839	3.910e ^{-07***}
Tempo	6	10.7529	1.7921	6.2673	0.0002897***
Emb*Tempo	6	13.1595	2.1933	7.6700	6.178e ^{-05***}
Resíduo	28	8.0067	0.2860	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 4 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor **L*** de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	0.168	0.084	0.0337	0.9669
Tempo	7	194.111	27.730	11.1601	7.018e ^{-08***}
Emb*Tempo	11	46.745	4.250	1.7102	0.1044
Resíduo	42	104.360	2.485	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 5 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor **a*** de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	3.394	1.697	3.6200	0.03545*
Tempo	7	113.594	16.228	34.6184	1.834e ^{-15***}
Emb*Tempo	11	11.820	1.075	2.2922	0.02653
Resíduo	42	19.688	0.469	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 6 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para **firmeza** de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	3.394	1.9201	45.6003	2.976e ^{-11***}
Tempo	7	0.9062	0.1295	3.0743	0.010462*
Emb*Tempo	11	1.5934	0.1449	3.4400	0.001799**
Resíduo	42	1.7685	0.0421	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 7 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para **sólidos solúveis (SS)** de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	1.9244	0.9622	5.1108	0.05031
Tempo	7	17.2373	2.4625	13.0799	8.556e ^{-09***}
Emb*Tempo	11	4.0362	0.3669	1.9490	0.05985
Resíduo	42	7.9071	0.1883	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 8 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para **acidez titulável (AT)** de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	0.002667	0.001333	1.3840	0.261761
Tempo	7	0.140853	0.020122	20.8843	8.553e ^{-12***}
Emb*Tempo	11	0.034473	0.003134	3.2527	0.06764
Resíduo	42	0.040467	0.000963	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 9 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para **pH** de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	0.1943	0.0972	1.3185	0.278381
Tempo	7	24.6809	3.5258	47.8415	$<2.2e^{-16}$ ***
Emb*Tempo	11	2.4035	0.2185	2.9648	0.06395
Resíduo	42	3.0953	0.0737	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 10 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para **vitamina C** de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	32.833	16.417	43.7232	$5.424e^{-11}$ ***
Tempo	7	17.117	2.445	6.5127	$3.192e^{-05}$ ***
Emb*Tempo	11	31.349	2.850	7.5903	$5.439e^{-07}$ ***
Resíduo	42	15.770	375	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 11 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANOVA e respectivos níveis de significância para **clorofila** de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	2.5658	1.2829	6.7302	0.002915**
Tempo	7	21.8690	3.1241	16.3896	3.468e ^{-10***}
Emb*Tempo	11	19.3358	1.7578	9.2216	4.242e ^{-08***}
Resíduo	42	8.0059	0.1906	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 12 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANOVA e respectivos níveis de significância para **compostos fenólicos (taninos)** de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	1530.05	765.2	5.5044	0.075325
Tempo	7	4754.4	679.2	4.8855	0.0004256***
Emb*Tempo	11	7889.4	717.2	5.1590	0.06764
Resíduo	42	5839.0	139.0	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 13 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para **pectina total** (parede celular) de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	401.05	200.52	85.2835	0.7662
Tempo	7	2213.62	316.23	134.4948	$2.2e^{-16}$
Emb*Tempo	11	135.31	12.30	5.2317	0.1022
Resíduo	42	98.75	2.35	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 14 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para **celulose** (parede celular) de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	145.01	72.50	72.185	$2.572e^{-14}$ ***
Tempo	7	771.89	110.27	109.784	$<2.2e^{-16}$ ***
Emb*Tempo	11	142.91	12.99	12.934	$3.185e^{-10}$ ***
Resíduo	42	42.19	1.00	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 15 Soma dos quadrados, quadrados médios, valor F da ANAVA e respectivos níveis de significância para **hemicelulose** (parede celular) de pimentão armazenado em diferentes embalagens

Causas de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	Valor F	Pr(>F)
Embalagem	2	0.729	0.365	1.0656	0.3537
Tempo	7	59.660	8.523	24.9104	4.977e ^{-13***}
Emb*Tempo	11	102.127	9.284	27.1357	0,4325
Resíduo	42	14.370	0.342	—	—

*, ** e *** indicam valores do teste F significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente