

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

MARIANE GIOPPO

**PÓS-COLHEITA DE BRÓCOLIS, REPOLHO ROXO E ALFACE SOB DIFERENTES
AMBIENTES E REGULADORES**

PONTA GROSSA - PR
2011

MARIANE GIOPPO

**PÓS-COLHEITA DE BRÓCOLIS, REPOLHO ROXO E ALFACE SOB DIFERENTES
AMBIENTES E REGULADORES**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Agricultura para obtenção do título de Mestre em Agronomia na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

PONTA GROSSA
2011

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação - BICEN/UEPG

G496p Gioppo, Mariane
Pós-colheita de brócolis, repolho roxo e alface sob diferentes ambientes e reguladores / Mariane Gioppo . Ponta Grossa, 2011.
47 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração - Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub.

1. Prolamina. 2. 1-MCP. 3. Vida de prateleira. 4. Processamento mínimo. I. Ayub, Ricardo Antonio.

CDD : 635.04



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

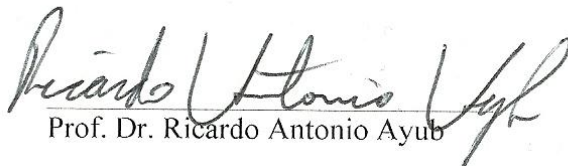
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: **“PÓS-COLHEITA DE BROCOLIS, REPOLHO ROXO E ALFACE SOB DIFERENTES AMBIENTES E REGULADORES”.**

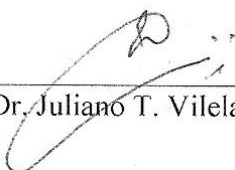
Nome: Mariane Gioppo

Orientador: Ricardo Antonio Ayub

Aprovado pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub


Prof.^a Dra. Francine Lorena Cuquel


Prof. Dr. Juliano T. Vilela de Resende

Data da Realização: 04 de julho de 2011.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, pela vida, proteção e sustento diário.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa pela oportunidade de estudo tanto na graduação quanto na pós-graduação.

Ao Professor Doutor Ricardo Antonio Ayub pela orientação do trabalho e aos demais professores que colaboraram.

Aos meus colegas de curso pelo companheirismo, aos colegas de laboratório que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Ao técnico Wilson Padilha de Oliveira pela ajuda e conselhos.

Enfim, à todos que de alguma forma me ajudaram!

RESUMO

As hortaliças possuem alta perecibilidade pós-colheita e seu armazenamento é relativamente curto. O aumento da vida útil em um ou mais dias é muito importante para a comercialização das hortaliças. Uma alternativa para a redução de perdas e melhor utilização da colheita é o processamento mínimo, pois alia conveniência e praticidade por ser um produto pronto para o consumo. Entretanto, alguns problemas dificultam a extensão da vida de prateleira desses produtos, tais como alta taxa respiratória e proliferação de microrganismos. O uso de fitorreguladores como o 1-metilciclopropeno (1-MCP), um antagonista de ação do etileno, e a utilização de filmes plásticos têm sido amplamente estudados em associação com o uso de baixas temperaturas. Para a realização deste estudo foram feitos três experimentos com o objetivo de verificar a eficiência do uso do 1-MCP e da promalina na redução da senescência de inflorescências de brócolis, avaliar o comportamento do repolho roxo minimamente processado e embalado em quatro tipos de embalagem e a eficiência do 1-MCP e de três embalagens no armazenamento de alface minimamente processada. Inflorescências de brócolis da cultivar Avenger foram sanitizadas, tratadas com 2,5 ppm de 1-MCP, 50 ppm de promalina, combinação de 50 ppm de promalina e 2,5 ppm de 1-MCP e acondicionados em sacos de filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) para armazenamento a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ em câmara fria. Cabeças de repolho roxo da cultivar Red Dynasty foram minimamente processadas, sanitizadas e acondicionadas em embalagens de tereftalato de polietileno (PET) com tampa, bandejas de poliestireno expandido (EPS) revestidas com filme flexível de policloreto de vinila (PVC), filme de PEBD e filme de polipropileno (PP) perfurado, e armazenadas a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ em câmara fria. Cabeças de alface crespa da cultivar Vanda foram minimamente processadas, sanitizadas, tratadas com 1-MCP e acondicionadas em embalagens de PET com tampa, bandejas de EPS revestidas com filme flexível de PVC e filme de PEBD, e armazenadas a $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ em câmara fria. O tratamento com 1-MCP contribuiu na longevidade das inflorescências do brócolis por até vinte e sete dias à temperatura de $5\pm 2^{\circ}\text{C}$. Os tratamentos com promalina e a combinação deste com o 1-MCP não se mostraram favoráveis. Independente do tipo de embalagem o repolho roxo minimamente processado não deve ultrapassar quatro dias, pois já apresentava aparência escurecida devido à oxidação. A embalagem PET mostrou-se eficiente associada ao 1-MCP proporcionando melhor qualidade por até doze dias.

Palavras-chave: Promalina, 1-MCP, vida de prateleira, processamento mínimo.

ABSTRAT

The vegetables are highly perishable and their post-harvest storage is relatively short. The increased lifetime in a day or more is very important for the marketing of vegetables. An alternative to reducing losses and better use the harvest is the minimal processing, it combines convenience and practicality to be a product ready for consumption. However, some problems hindering the extension of shelf life of products such as high respiratory rate and proliferation of microorganisms. The use of growth regulators like 1-methylcyclopropene (1-MCP), an antagonist of ethylene action, and the use of plastic films have been widely studied in association with the use of low temperatures. For this study three experiments were made in order to verify the efficiency of use of 1-MCP and promalina in reducing the senescence of broccoli inflorescences, evaluate the performance of minimally processed cabbage and packed in four kinds of packaging and efficiency of 1-MCP and storage in three packaging minimally processed lettuce. Inflorescences of broccoli cultivar Avenger were sanitized, treated with 2.5 ppm 1-MCP, 50 ppm promalina, combination of 50 ppm and 2.5 ppm promalina of 1-MCP and stored in polyethylene film bags of low density (LDPE) for storage at 5 ± 2 ° C cold room. Heads of cabbage cultivar Red Dynasty were minimally processed, sanitized and packed in polyethylene terephthalate (PET) with lid, polystyrene trays (EPS) of flexible film coated with polyvinyl chloride (PVC), LDPE film and polypropylene film (PP) punched, and stored at 5 ± 2 ° C cold room. Heads of lettuce cultivar Vanda were minimally processed, sanitized, treated with 1-MCP and stored in PET bottles with lids, trays EPS coated flexible film of PVC and LDPE film, and stored at 4 ± 2 ° C in cold . Treatment with MCP-1 contributed to the longevity of broccoli inflorescences up to twenty-seven days at a temperature of 5 ± 2 ° C. Treatment with the combination of promalina with 1-MCP were not favorable. Regardless of the type of packaging minimally processed cabbage should not exceed four days, because I had blackened appearance due to oxidation. The PET was efficient associated with 1-MCP providing better quality for up to twelve days.

Keywords: Promalin, 1-MCP, shelf life, minimal processing.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Sólidos solúveis (° Brix) de brócolis com os tratamentos: testemunha (◆), promalina (■), 1-MCP (▲) e combinado de promalina com 1-MCP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2010..... 8
- Figura 2.** pH de brócolis com os tratamentos: testemunha (◆), promalina (■), 1-MCP (▲) e combinado de promalina com 1-MCP (X), armazenado em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2010..... 9
- Figura 3.** Acidez titulável (% de ácido cítrico) de brócolis com os tratamentos: testemunha (◆), promalina (■), 1-MCP (▲) e combinado de promalina com 1-MCP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2010..... 9
- Figura 4.** Atividade da peroxidase de brócolis com os tratamentos: testemunha (◆), promalina (■), 1-MCP (▲) e combinado de promalina com 1-MCP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2010..... 10
- Figura 5.** Teor de vitamina C ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) em repolho roxo minimamente processado e armazenado na embalagem PP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2009. 16
- Figura 6.** Sólidos solúveis (°Brix) em repolho roxo minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens: PET (◆), EPS+PVC (■), PEBD (▲) e PP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2009..... 17
- Figura 7.** Perda de massa (%) em repolho roxo minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens: PET (◆), EPS+PVC (■), PEBD (▲) e PP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2009..... 18
- Figura 8.** Acidez titulável (% de ácido cítrico) em repolho roxo minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens: PET (◆), EPS+PVC (■), PEBD (▲) e PP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2009..... 19
- Figura 9.** pH em repolho roxo minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens: PET (◆), EPS+PVC (■), PEBD (▲) e PP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2009..... 20

Figura 10. pH de alface minimamente processada com tratamentos testemunha e 1-MCP nas embalagens PET (◆), EPS coberto com PVC (■) e PEBD (▲), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2010. Testemunha (A); 1-MCP (B).	26
Figura 11. Acidez titulável (% de ácido cítrico) de alface minimamente processada com tratamentos testemunha e 1-MCP nas embalagens PET (◆), EPS coberto com PVC (■) e PEBD (▲), em função do período de armazenamento a 5°C. Ponta Grossa, PR, 2010. Testemunha (A); 1-MCP (B).	27
Figura 12. Clorofila (mg/g de massa fresca) de alface minimamente processada com tratamentos testemunha e 1-MCP nas embalagens PET (◆), EPS coberto com PVC (■) e PEBD (▲), em função do período de armazenamento a 5°C. Ponta Grossa, PR, 2010. Testemunha (A); 1-MCP (B).	27
Figura 13. Perda de massa (%) de alface minimamente processada nas embalagens PET (◆), EPS coberto com PVC (■) e PEBD (▲), em função do período de armazenamento a 5°C. Ponta Grossa, PR, 2010.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de F e suas significâncias para porcentagem de perda de massa, clorofila, pH e acidez titulável de alface Vanda minimamente processada.	25
---	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I: Conservação pós-colheita de brócolis ‘Avenger’ com 1-metilciclopropeno e promalina	3
Resumo	3
Abstrat	4
Introdução	5
Material e Métodos	6
Resultados e Discussão	7
Conclusão	11
CAPÍTULO II: Pós-colheita do repolho roxo minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens	12
Resumo	12
Abstract	13
Introdução	14
Material e Métodos	14
Resultados e Discussão	16
Conclusão	20
CAPÍTULO III: Pós-colheita de alface Vanda tratada com 1-metilciclopropeno associado a diferentes embalagens	21
Resumo	21
Abstract	22
Introdução	23
Material e métodos	24
Resultados e discussão	25
Conclusão	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

INTRODUÇÃO GERAL

O setor de hortaliças no Brasil deu um salto enorme na última década, elevando em 68% a sua produção, que passou de 11,5 milhões de toneladas em 1998 para 19,3 milhões de toneladas em 2008. Apesar de toda a evolução ocorrida, ainda existem gargalos que atrapalham um maior desenvolvimento da cadeia de hortaliças e precisam ser suplantados. Um deles está nas perdas pós-colheita. Dados da Embrapa revelam que os níveis médios de desperdícios pós-lavoura no Brasil atingem entre 35% a 40%, enquanto nos Estados Unidos, por exemplo, não passam de 10%. Iniciativas para reduzir essas perdas vêm sendo adotadas, destacando-se embalagens alternativas às caixas de madeira e tecnologias de conservação pós-colheita (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2010).

A colheita de frutos e hortaliças interrompe o suprimento de água para o órgão vegetal e, assim, a perda de água subsequente por transpiração determina, em grande parte, as perdas quantitativas e qualitativas destes produtos. O murchamento e enrugamento de frutos e hortaliças são os sintomas iniciais da excessiva perda de água, a qual pode ocorrer em poucas horas ou dias, dependendo do produto e das condições de temperatura e umidade do ar. Além disso, há estímulo à deterioração dos produtos em virtude do aumento da taxa de algumas reações de origem predominantemente catabólica, como elevação da produção de etileno e degradação de clorofila (SILVA et al., 2000).

As hortaliças podem ser armazenadas por alguns dias para balancear as flutuações da oferta diária, ou podem ser armazenadas por períodos maiores, para aumentar o tempo de comercialização após o fim da colheita, regularizando o abastecimento e contribuindo para a estabilidade dos preços. Ao contrário dos cereais, que podem ser armazenados por períodos superiores a um ano, as hortaliças, em geral, são de alta perecibilidade, devido principalmente ao seu percentual de umidade. Mesmo fornecendo todas as condições ideais de armazenamento, poderão ser mantidas no máximo durante alguns dias ou meses, dependendo da espécie considerada e sua quantidade de água. Assim, no período entre a colheita e o consumo, o aumento da vida útil em um ou mais dias é muito importante para a comercialização das hortaliças (LUENGO & CALBO, 2001).

Uma tecnologia alternativa utilizada pra redução das perdas e melhor utilização da colheita é o processamento mínimo de frutas e hortaliças. As perspectivas são promissoras para estes produtos que tem como público alvo os serviços de fornecimento de alimentos prontos e de preparo rápido (CHITARRA, 1999)

Os alimentos minimamente processados, tais como frutas e hortaliças intactas, deterioram-se após a colheita devido a alterações fisiológicas. Entretanto, as lesões provocadas durante o processamento promovem a descompartimentalização celular e possibilitam o contato de enzimas e substratos, que originam modificações bioquímicas, como escurecimento, formação de odores desagradáveis e perda da textura original. Além disso, o descascamento e o corte de frutas e vegetais favorecem a colonização dos tecidos vegetais por microrganismos deterioradores e patogênicos (VAROQUAUX & WILEY, 1997). Assim, um dos objetivos da tecnologia de alimentos é conseguir estender a vida de prateleira destes produtos. Contudo dois problemas básicos dificultam a extensão da vida de prateleira dos alimentos minimamente processados. Primeiro, os tecidos vegetais estão vivos, respirando e muitas reações químicas estão acontecendo, e segundo, a proliferação de microrganismos que precisa ser retardada. O controle destes dois parâmetros é crítico para a produção destes produtos, concomitantemente com o desenvolvimento de embalagens apropriadas para atingir as condições ideais de armazenamento e conservação (KING JR & BOLIN, 1989).

Dentre diversas tecnologias utilizadas para extensão da vida-de-prateleira e manutenção da qualidade de frutas e hortaliças, a aplicação do 1-metilciclopropano (1-MCP), um antagonista de ação do etileno visando o aumento da firmeza dos frutos, e a utilização de filmes plásticos (embalagem sob atmosfera modificada) têm sido amplamente estudadas, notadamente em associação com o uso de baixas temperaturas (FALLIK et al., 1995; JHA & MATSUOKA, 2002; PAULL, 1999). Os efeitos da aplicação de 1-MCP em algumas frutas e hortaliças têm sido observados em diversos estudos (BLANKENSHIP & DOLE, 2003), sendo os mais importantes o retardamento do amadurecimento e da senescência, a manutenção da firmeza, a redução da degradação de polímeros da parede celular e a diminuição da taxa respiratória, da produção de etileno, da perda de massa, da injúria pelo frio, da degradação da clorofila e do amido e do escurecimento da polpa, entre outros.

CAPITULO I: Conservação pós-colheita de brócolis ‘Avenger’ com 1-metilciclopropeno e promalina

Resumo

A vida de prateleira de inflorescência de brócolis em temperatura ambiente é de apenas dois dias, pois ocorre amarelecimento e perda de turgescência. Sua senescência é rápida devido à alta produção de etileno e da taxa respiratória. O objetivo deste estudo foi avaliar a utilização dos fitorreguladores 1-metilciclopropeno (1-MCP) e promalina na pós colheita de brócolis, verificando, assim, suas eficácias na redução da senescência. Os tratamentos consistiram da aplicação de 2,5 ppm de 1-MCP, 50 ppm de promalina, combinação do 1-MCP com promalina. Após tratados, os brócolis foram colocados em sacos de polietileno de baixa densidade para armazenamento a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$. As características avaliadas foram: coloração da inflorescência, teor de clorofila total, sólidos solúveis, pH, acidez titulável e atividade da peroxidase, em intervalos de 3 dias durante 27 dias. Não houve variação na coloração e no teor de clorofila. Os sólidos solúveis diminuíram nos primeiros dias de armazenamento, apresentando um pequeno aumento seguindo de nova diminuição até o final do período, sendo que com promalina a queda foi mais expressiva. O pH aumentou até os nove dias de armazenamento, diminuiu até os vinte um dias, aumentando novamente na testemunha e no tratamento com 1-MCP, a acidez apresentou comportamento inverso. A atividade da peroxidase aumentou ao longo do período de armazenamento na testemunha até o 20º dia e no tratamento com promalina até 23º dia, no entanto para os tratamentos com 1-MCP e combinado este aumento foi até o 16º e 18º dias, respectivamente, diminuindo em seguida. O tratamento com 1-MCP contribuiu na longevidade das inflorescências de brócolis por até 27 dias à temperatura de $5\pm 2^{\circ}\text{C}$. Os tratamentos com promalina e a combinação deste com o 1-MCP não se mostraram favoráveis.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *Italica*, armazenamento, senescência, fitorregulador.

Abstrat

The shelf life of broccoli inflorescences at room temperature is only two days, as there is yellowing and loss of turgor. His rapid senescence is due to high ethylene production and respiration rate. The objective of this study was to evaluate the use of plant growth regulator 1-methylcyclopropene (1-MCP) and promalin in postharvest broccoli, verifying thus their effectiveness in reducing senescence. The treatments consisted of application of 2.5 ppm of 1-MCP, 50 ppm promalin, combination of 1-MCP with promalin and the witness, after processed, the broccoli were placed in bags of low density polyethylene for storage at $5\pm 2^{\circ}\text{C}$. The characteristics evaluated were: color of the inflorescence, total chlorophyll content, soluble solids, pH, acidity and peroxidase activity, at intervals of 3 days for 27 days. There was no variation in color and chlorophyll content. The soluble solids decreased in the first days of storage, showing a small increase following a further decline by the end of the period, and with promalina the fall was more significant. The pH increased up to nine days of storage, decreased to twenty one days, rising again in the control and treatment with 1-MCP, acidity opposite behavior. Peroxidase activity increased during the storage period in the control until the twentieth day and the treatment promalin until twenty-third day, however for the treatments with 1-MCP and combined this increase went to the sixteenth and eighteenth days respectively, decreasing thereafter. Treatment with MCP-1 contributed to the longevity of broccoli for up to 27 days at temperatures of $5\pm 2^{\circ}\text{C}$. The treatments with the combination of promalin with 1-MCP were not favorable.

Key words: *Brassica oleracea* var. *Italica*, storage, senescence, phyto regulator.

Introdução

O brócolis (*Brassica oleracea* var. *Italica*), conhecido por ser uma fonte rica de vitaminas e sais minerais, além de conter substâncias antioxidantes e anticancerígenas, é uma inflorescência imatura cuja vida de prateleira é de dois dias a temperatura ambiente. Após este período ocorre amarelecimento, perda da firmeza, da turgescência e, conseqüentemente, o seu valor comercial (LUENGO et al., 2001). A senescência do brócolis é rápida devida a elevada produção de etileno e da taxa respiratória (YUAN et al., 2009).

Ao longo de sua senescência, ocorrem alterações facilmente observadas, como o amarelecimento, perda de turgor, redução do valor nutritivo e aumento da atividade da peroxidase (HANSEN et al., 2001). O amarelecimento reduz o valor comercial e, além de prejudicar na aparência do brócolis, produz perdas nutricionais e das propriedades funcionais dessa hortaliça (JONES et al., 2006).

Enzimas pertencentes ao grupo das oxirredutases, as peroxidases estão presentes em todos os vegetais superiores, (FORSYTH et al, 1999), e são muito resistentes a tratamentos térmicos, tornando-as assim referencial de inativação enzimática (IADEROZA & DRAETTA, 1991). Alguns estudos mostram que essas enzimas se relacionam com alterações na oxidação da vitamina C, no sabor, na cor, biossíntese de etileno, integridade das membranas e dos pigmentos, balanço hormonal e controle respiratório (FORSYTH et al., 1999). A atividade da peroxidase, em razão disso, pode ser usada como indicador na pós colheita de brócolis (FINGER et al., 1999).

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) não é tóxico ao ser humano nem ao meio ambiente, (LUO et al., 2007) e, tem sido usado como um inibidor da ação do etileno, (WATKINS, 2006). Estudos com 1-MCP em brócolis mostram uma extensão da vida de armazenamento, com menor respiração, produção de etileno e maturação tardia, (KU & WILLS, 1999).

A promalina, composta de citocinina e giberelina, é um fitorregulador que pode desempenhar um importante papel no controle da senescência (DOWNS et al., 1997). Após a colheita do brócolis, tem-se um declínio na produção de citocinina e, por consequência, a senescência desta inflorescência.

O objetivo deste estudo foi avaliar a utilização dos fitorreguladores 1-metilciclopropeno (1-MCP) e promalina na pós colheita de brócolis, verificando, assim, suas eficácias na redução do processo de senescência.

Material e Métodos

Para o experimento foram utilizadas inflorescências de brócolis cultivar Avenger provenientes da região de Ponta Grossa-PR. As inflorescências foram transportadas ao laboratório, onde foram lavados em água corrente e higienizados em hipoclorito de sódio a 50 ppm.

A testemunha consistiu de cabeças de brócolis apenas higienizadas. O tratamento com promalina foi realizado pela imersão em promalina (50 ppm) durante 60 segundos. O tratamento com 1-MCP foi feito com a circulação de 2,5 ppm de 1-MCP em caixas metálicas hermeticamente fechadas, durante 4 horas. O tratamento combinado foi feito com a imersão em promalina (50 ppm) durante 60 segundos e, em seguida, tratadas com a circulação de 2,5 ppm de 1-MCP em caixas metálicas hermeticamente fechadas, durante 4 horas. Em seguida, foram colocadas em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) para armazenamento a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$. As inflorescências foram avaliadas em intervalos de 3 dias durante 27 dias.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4×10 (4 tratamentos e 10 avaliações), com três repetições, sendo uma inflorescência por repetição.

As avaliações realizadas foram: coloração da inflorescência, teor de clorofila total, sólidos solúveis, pH, acidez titulável e atividade da peroxidase.

A coloração externa foi determinada em colorímetro MINOLTA, com escala CIELAB (L, a, b), sendo três leituras por inflorescência. Medições de coloração foram expressas em termos de valor L (variação da coloração de preta a branca ou luminosidade), ângulo Hue ($^{\circ}\text{h}$) calculado pela expressão $^{\circ}\text{h} = \text{tangente}^{-1}(b/a)$, quando $a>0$ e $b>0$ ou $^{\circ}\text{h} = 180^{\circ} - \text{tangente}^{-1}(b/a)$, quando $a<0$ e $b>0$, que mostra a localização da cor em um diagrama (o ângulo 0° representa vermelho puro, o 90° representa o amarelo puro, o de 180° o verde puro e o 270° o azul).

O teor de clorofila total foi medido de acordo com Yuan et al. (2009). Cerca de 0,5g de brócolis foram moídos e extraídos em 10 mL de acetona 80%. Em seguida, centrifugados por 10 minutos (3000 rpm) e retirados os resíduos. O conteúdo de clorofila total, então, foi determinado pela leitura da absorbância em um espectrofotômetro (652 nm), sendo o resultado expresso em mg g^{-1} de massa fresca.

A quantidade de sólidos solúveis foi medida por meio de refratometria, colocando-se uma ou duas gotas do suco em refratômetro manual, sendo o resultado expresso em $^{\circ}\text{Brix}$.

O pH foi medido por potenciometria por meio de pHgâmetro digital. A acidez titulável foi medida por meio da diluição de 10mL do suco em 90mL de água destilada. Foi feita, então, uma titulação com solução de NaOH 0,1N até atingir pH 8,1.

A atividade da peroxidase foi determinada de acordo com Hemeda & Klein (1990) e adaptado por Barth et al. (1993). Flores de brócolis (10g) foram trituradas e homogeneizadas com 100 mL de água destilada em um liquidificador durante 2 minutos, seguido da filtração através de filtro comum. Uma aliquota de 5mL foi tomada do filtrado e diluída com água destilada a 50 mL em balão volumétrico. O substrato constituiu-se de 0,62 mL de guaiacol, 5 mL de etanol, 0,23 mL de H₂O₂ 30%, diluídos com tampão fosfato pH 6,5 a 100 mL em balão volumétrico. Para a leitura espectrofotométrica pipetou-se 3 mL do substrato em um cubeta e adicionou-se 0,5 mL da amostra, acompanhando-se o aumento da absorbância a 470 nm após 1 minuto. Para o cálculo da atividade enzimática, considerou-se uma unidade de atividade igual ao aumento de 0,001 na absorbância a 470 nm/minuto/g de amostra.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão por meio do software ESTAT e os gráficos obtidos pelo software Microsoft Office Excel.

Resultados e Discussão

Durante o período de armazenamento estudado, não houve diferença significativa entre os tratamentos para o valor L da coloração (média de 31,57), ângulo Hue (média de 180,92°) e teor de clorofila total (média de 0,1280 mg g⁻¹ de massa fresca). Yuan et al. (2009), armazenando brócolis a 20° C observaram diminuição no conteúdo de clorofila após cinco dias. Não foi verificada variação no teor de clorofila, provavelmente pelo uso de baixas temperaturas no armazenamento, pois segundo Paludo & Reinehr (2006) temperaturas abaixo de 5°C e a ausência de luz contribuem para a conservação do teor de clorofila em brócolis. Zaicovski et al. (2008) também verificaram que não houve variação significativa do °Hue durante o armazenamento à 2°C e sugerem que o armazenamento em temperaturas baixas (0-2 e 5-7 °C) proporciona menor atividade metabólica, menor degradação de clorofilas e menor redução no ângulo °Hue. Segundo Costa et al. (2005) a perda da cor verde na senescência de brócolis está relacionada à redução do teor de clorofila, que ocorre antes da diminuição do ângulo Hue.

Os sólidos solúveis diminuíram nos primeiros dias de armazenamento, apresentando um pequeno aumento entre nove e dezoito dias seguindo de nova diminuição até o final do período (Figura 1). A diminuição mais expressiva foi observada no tratamento com promalina, sendo que na testemunha houve a menor queda nos sólidos solúveis. Esses dados discordam de Padula et al. (2006), onde os sólidos solúveis aumentaram durante o armazenamento em embalagens de polipropileno (PP) na temperatura de 10°C.

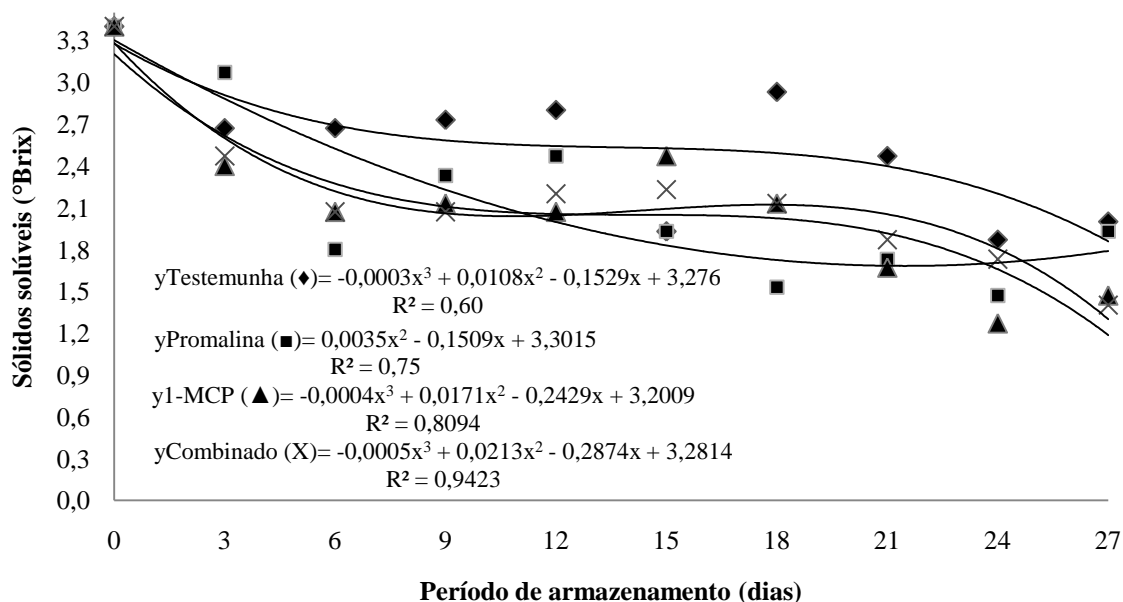


Figura 1. Sólidos solúveis (° Brix) de brócolis com os tratamentos: testemunha (◆), promalina (■), 1-MCP (▲) e combinado de promalina com 1-MCP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2010.

O pH aumentou até os nove dias de armazenamento, diminuiu até os vinte um dias, aumentando novamente na testemunha e no tratamento com 1-MCP (Figura 2). Por outro lado, foi observado comportamento inverso para acidez titulável (Figura 3).

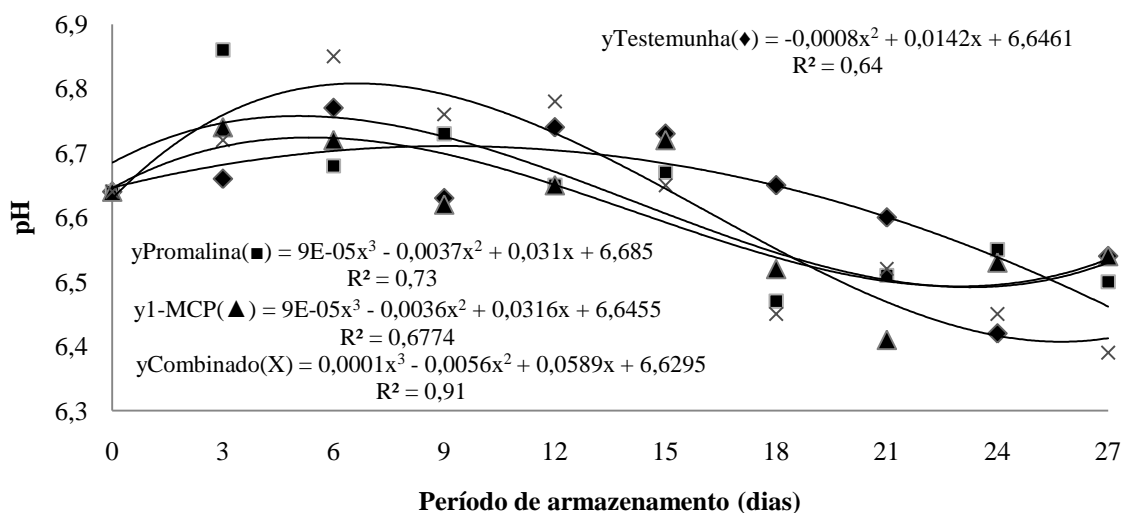


Figura 2. pH de brócolis com os tratamentos: testemunha (◆), promalina (■), 1-MCP (▲) e combinado de promalina com 1-MCP (X), armazenado em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2010.

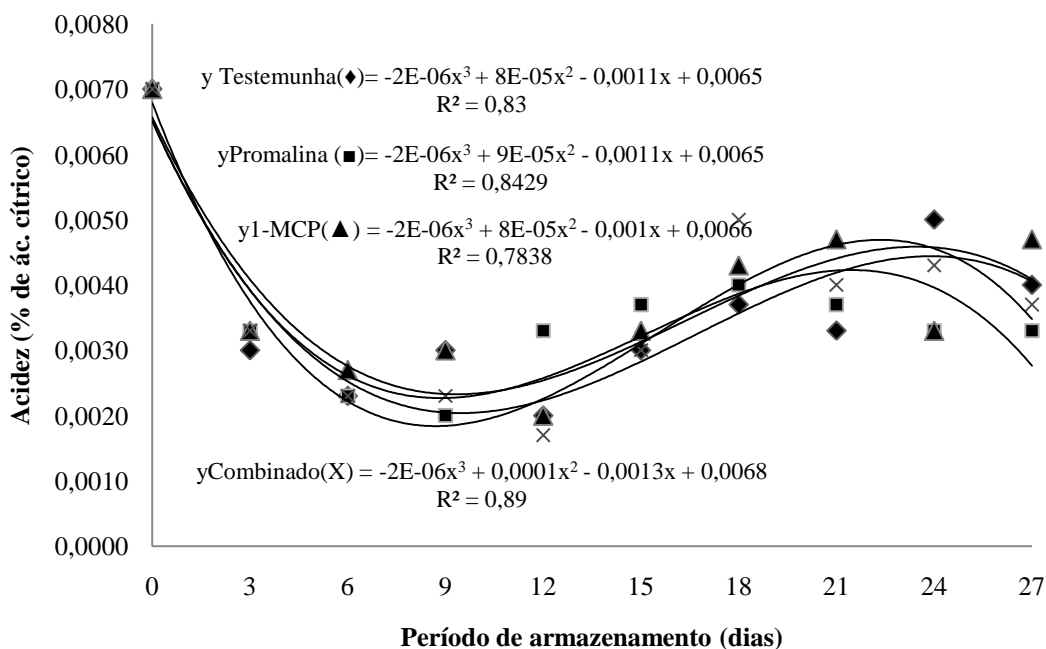


Figura 3. Acidez titulável (% de ácido cítrico) de brócolis com os tratamentos: testemunha (◆), promalina (■), 1-MCP (▲) e combinado de promalina com 1-MCP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2010.

Segundo Roura et al. (2000), logo após a colheita, o tecido vegetal tem maior respiração, decrescendo acentuadamente a acidez devido ao consumo dos ácidos orgânicos no

processo respiratório, na tentativa de se manter em seu estado inicial. Já o aumento na acidez de produtos armazenados por curtos períodos pode ser explicado pela geração de radicais (ácidos galacturônicos) a partir da hidrólise dos constituintes da parede celular, em especial, as pectinas (SETER et al., 1991).

A atividade da peroxidase aumentou ao longo do período de armazenamento na testemunha até o 20º dia e no tratamento com promalina até 23º dia, no entanto para os tratamentos com 1-MCP e combinado este aumento foi até o 16º e 18º dias, respectivamente, diminuindo a partir desse período (Figura 4). Brown et al. (1991) explica que a atividade da peroxidase aumenta devido ao estresse, aumenta radicais livres como peróxidos, gerados na senescência, então a peroxidase vem tentando estabelecer o equilíbrio, para diminuir o peróxidos formados, gerando radicais livres de alto poder oxidante. Yuan et al. (2009) completam afirmando que o aumento da atividade da peroxidase representa uma consequência do sistema de retardar a senescência. Carvalho & Clemente (2004) verificaram a diminuição da atividade enzimática da peroxidase no início do período de armazenamento de brócolis em atmosfera modificada na temperatura de 1°C.

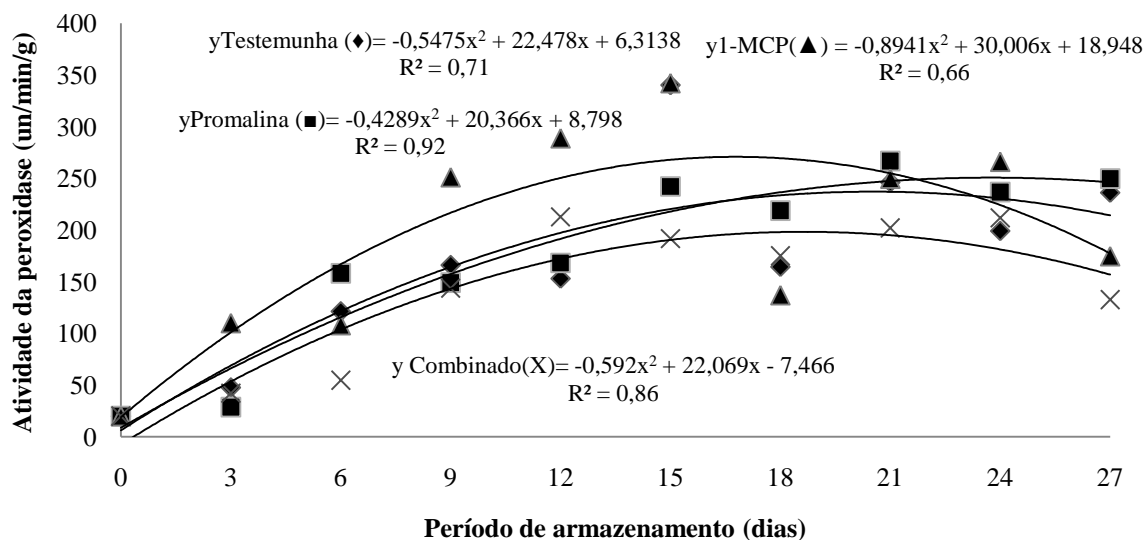


Figura 4. Atividade da peroxidase de brócolis com os tratamentos: testemunha (◆), promalina (■), 1-MCP (▲) e combinado de promalina com 1-MCP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2010.

Conclusão

Diante dos resultados, o tratamento com 1-MCP contribuiu na longevidade das inflorescências de brócolis da cultivar Avenger por até 27 dias à temperatura de 2 à 5°C. Os tratamentos com promalina e a combinação deste com o 1-MCP não se mostraram favoráveis.

CAPÍTULO II: Pós-colheita do repolho roxo minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens

Resumo

A demanda por alimentos minimamente processados vêm crescendo no mercado brasileiro devido à necessidade de economia de tempo e maior facilidade de preparo dos alimentos. O objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento do repolho roxo ‘Red Dynasty’ minimamente processado e embalado em quatro tipos de embalagens e armazenado em câmara fria. Após minimamente processados, 200g de repolho foram acondicionadas em quatro tipos de embalagens: tereftalato de polietileno (PET) com tampa; bandejas de poliestireno expandido (EPS) revestidas com filme flexível de policloreto de vinila (PVC) de 12 µm; filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 70 µm e polipropileno perfurado (PP). A temperatura de armazenagem em câmara fria foi $5 \pm 2^\circ \text{C}$. As avaliações foram feitas a cada quatro dias, totalizando doze dias de armazenamento. As características avaliadas foram a determinação da perda de massa; sólidos solúveis; pH; acidez titulável; vitamina C e antocianina. A perda de massa foi maior na embalagem de PP, sendo a mesma não recomendada para o armazenamento do repolho minimamente processado. Os sólidos solúveis diminuíram ao longo do período independente da embalagem. Houve redução na acidez até o terceiro dia, com aumento até o décimo e nova redução até o final do armazenamento. O pH em todas as embalagens aumentou até o sétimo dia de armazenagem. A variação no teor de vitamina C ocorreu apenas para a embalagem PP. O teor de antocianina não apresentou variação. Independente do tipo de embalagem o repolho roxo minimamente processado não deve ultrapassar quatro dias, pois já apresentava aparência escurecida devido à oxidação.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *capitata*, conservação, higienização, pré-cortado.

Abstract

The demand for minimally processed foods are growing in the Brazilian market due to the need to save time and ease of food preparation. The aim of this study was to evaluate the behavior of the cabbage 'Red Dynasty' minimally processed and packaged in four kinds of packaging and stored in cold chamber. After minimally processed cabbage 200g were placed in four types of packaging: polyethylene terephthalate (PET) with lid, polystyrene trays (EPS) coated with flexible film of polyvinyl chloride (PVC), 12 µm; polyethylene film low density (LDPE) of 70 µm and perforated polypropylene (PP). The temperature in cold storage was $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$. The characteristics evaluated were made every four days, totaling twelve days of storage. The parameters were evaluated to determine the mass loss, soluble solids, pH, acidity, vitamin C and anthocyanin. The mass loss was higher in PP packaging, but the same is not recommended for the storage of minimally processed cabbage. The soluble solids decreased over time regardless of packaging. There was a reduction in acidity until the third day, up until the tenth and further reduction by the end of storage. The pH increased in all packaging until the seventh day of storage. The variation in vitamin C occurred only for PP packaging. The anthocyanin content did not change. Regardless of the type of packaging minimally processed cabbage should not exceed four days, because I had blackened appearance due to oxidation.

Key words: *Brassica oleracea* var. *capitata*, conservation, cleaning, fresh cut.

Introdução

O repolho (*Brasica oleracea* var. capitata), entre as variedades botânicas da espécie, é mundialmente, a de maior importância econômica, sendo no Brasil, a brassicácea mais consumida (SOARES et al., 2009). O repolho roxo é rico em antocianinas, dependendo do método em média 24,36 e 61,44 mg 100g⁻¹ de repolho (TEIXEIRA et al., 2008), ou 1,75 mg g⁻¹ de repolho (LANCASTER et al., 1997), do tipo cianidina-3-soforosideo-5-glicosideo acilado com malonil, p-cumaroil, di-p-cummaroil, feruloil, diferuloil, sinapoil e ésteres de disinapoil (JACKMAN & SMITH, 1992; HRAZDINA et al., 1977).

Hortalças e frutas minimamente processadas são selecionadas, lavadas, cortadas, enxaguadas, sanitizadas e acondicionadas em embalagens adequadas e mantidas sob baixas temperaturas. Esses produtos são fisicamente alterados de sua forma original para torná-las convenientes ao preparo e consumo, permanecendo no estado fresco com qualidade e garantia de sanidade (IFPA, 2009).

O curto período de vida de prateleira dos produtos minimamente processados ocorre devido às injúrias nos tecidos, as quais induzem respostas fisiológicas e bioquímicas que aceleram a senescência, diminuindo a qualidade e o tempo de vida do mesmo. Os principais problemas que afetam a qualidade durante o armazenamento estão relacionados com a perda da coloração, ressecamento, cheiro desagradável e conseqüente curto tempo de vida de prateleira, devido ao acelerado processo de senescência (CARNELOSSI & SILVA, 2000).

Tentando evitar estas perdas em repolho minimamente processado, trabalhos foram publicados com o uso de água oxidante neutra eletrolítica (NEW) e armazenamento sob atmosfera modificada (GÓMEZ-LOPEZ et al., 2007), a aplicação de dióxido de cloro gasoso e cisteína (GÓMEZ-LÓPEZ et al., 2008), o uso de embalagens de filme perfurado, combinado com uma concentração de O₂ baixa (HU et al., 2007) e estes resultados foram favoráveis.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi verificar o comportamento de repolho roxo 'Red Dynasty' minimamente processado e embalado nas embalagens PET, EPS coberto PVC, PEBD e PP.

Material e Métodos

Para a realização do experimento foi utilizado repolho roxo da cultivar Red Dynasty, cultivado em de Ponta Grossa, no período de abril a agosto de 2009. Após a colheita, as

cabeças de repolho foram transportadas para o laboratório onde foram feitos os procedimentos necessários.

O processamento mínimo consistiu em corte manual das cabeças de repolho em quatro partes, retirada das partes internas (caule), fatiamento em tiras de 3 mm em processador doméstico de alimentos marca WALITA, com posterior enxágue em água tratada durante 3 minutos; imersão em solução sanitizante de hipoclorito de sódio com 150 mg L^{-1} de cloro ativo durante 10 minutos; enxágue novamente com solução de concentração 5 mg L^{-1} do mesmo sanitizante durante 5 minutos e centrifugação por 5 minutos em centrífuga doméstica.

Após a centrifugação, as tiras de repolho foram acondicionadas em quatro tipos de embalagens: embalagens de tereftalato de polietileno (PET) com tampa; bandejas de poliestireno expandido (EPS) revestidas com filme flexível de policloreto de vinila (PVC) de $12 \text{ }\mu\text{m}$; filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de $70 \text{ }\mu\text{m}$ e polipropileno perfurado (PP). Foi colocado em cada embalagem 200 gramas de repolho roxo fatiado.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4×4 , sendo quatro épocas de avaliação (0, 4, 8 e 12 dias após o armazenamento) e quatro tipos de embalagem, com três repetições.

A temperatura de armazenagem em câmara fria foi de $5 \pm 2^\circ \text{ C}$. Em cada época de avaliação, as embalagens contendo repolho foram pesadas, utilizando balança semi-analítica, marca BEL ENGINEERING, para a determinação da perda de massa; sólidos solúveis e pH, acidez titulável, vitamina C e antocianina foram obtidos através de medições feitas no suco de folhas de repolho roxo trituradas em processador de alimentos marca NKS.

Os sólidos foram determinados utilizando um refratômetro manual marca DIGIT, com algumas gotas do suco de folhas de repolho, sendo o resultado expresso em $^\circ\text{Brix}$. O pH foi determinado diretamente pela imersão do eletrodo do pHmetro digital QUIMIS. A acidez titulável foi determinada com a adição de 90 mL de água destilada em 10 mL de suco e posteriormente titulada com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N até pH 8,1. Os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico, ou seja, gramas de ácido cítrico/100 mL de suco de repolho, por ser o ácido presente em maior quantidade. A vitamina C foi determinada segundo Eaton (1989). A antocianina foi determinada segundo Lees & Francis (1972) com algumas modificações.

Os dados médios foram submetidos à análise de variância e os resultados foram comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e análise de regressão, utilizando o

software ESTAT 2.0 (KRONKA & BANZATO, 1995). Os gráficos foram confeccionados no programa Microsoft Office Excel.

Resultados e Discussão

A variação significativa no teor de vitamina C com o passar dos dias de armazenamento ocorreu apenas para a embalagem PP, sendo em média $2,38 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ e crescente até o nono dia, seguido de redução de 5% até o décimo segundo dia de armazenamento. Para as demais embalagens não houve diferença significativa (Figura 5) apresentando em média $1,72 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, $1,76 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ e $2,27 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente, para as embalagens de PET, EPS+PVC e PEBD.

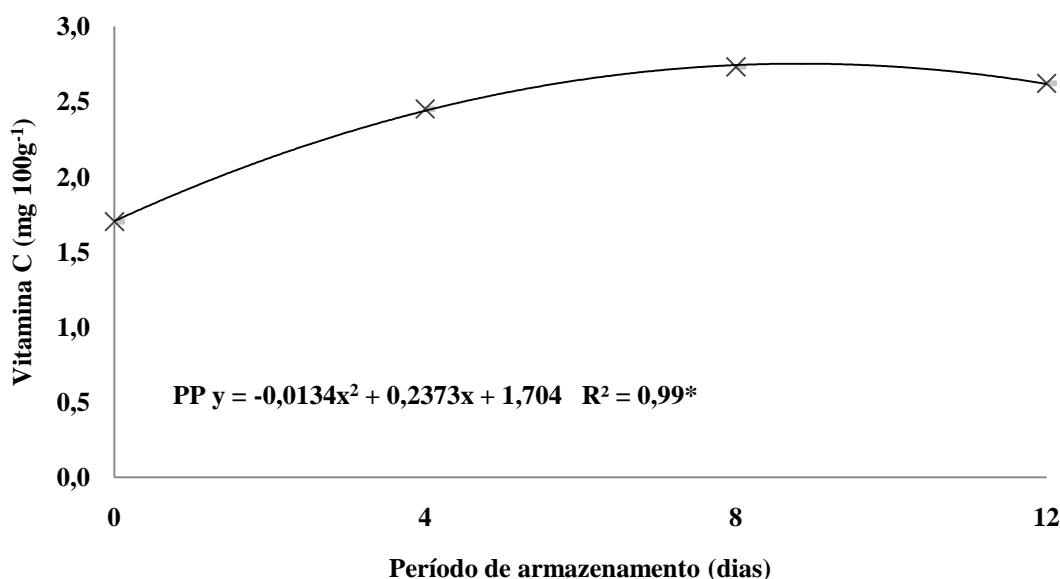


Figura 5. Teor de vitamina C ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) em repolho roxo minimamente processado e armazenado na embalagem PP (X), em função do período de armazenamento a 5°C . Ponta Grossa, PR, 2009.

Avaliando o armazenamento de repolho minimamente processado a 5°C , Silva (2000) observou pequena redução nos teores de vitamina C, para as embalagens PEBD e PP, não havendo diferença significativa entre elas durante os períodos de armazenamento (0, 1, 3, 5 e 7 dias), apresentando uma redução média na faixa de 10 a 15% durante todo o período de armazenamento, valor este superior ao obtido após o nono dia de armazenamento do repolho roxo. O repolho minimamente processado tem pequena perda dessa vitamina (KLEIN, 1987), que pode ser utilizada como um indicador de qualidade, devido a sua alta sensibilidade aos

fatores do meio, tais como temperatura, pH, O₂ e outros fatores intrínsecos do processo de senescência (FAVELL, 1998).

O teor de sólidos solúveis independentemente do tipo de embalagem reduziu com o aumento da armazenagem, sendo a maior perda de 1,9 °Brix para embalagem de PP e a menor, 1,47 °Brix, para embalagem PET (Figura 6). O que está de acordo com Rinaldi et al. (2005; 2008) em trabalhos com repolho ‘Sagittarius’ minimamente processados onde a maior redução de sólidos solúveis ocorreu até o nono dia em repolho acondicionado em diferentes embalagens e temperaturas, e terceiro dia para repolho armazenado em atmosfera controlada. Dessa forma, a redução dos sólidos solúveis no início do armazenamento provavelmente se deve ao maior consumo dos substratos orgânicos no processo respiratório (RINALDI et al., 2005).

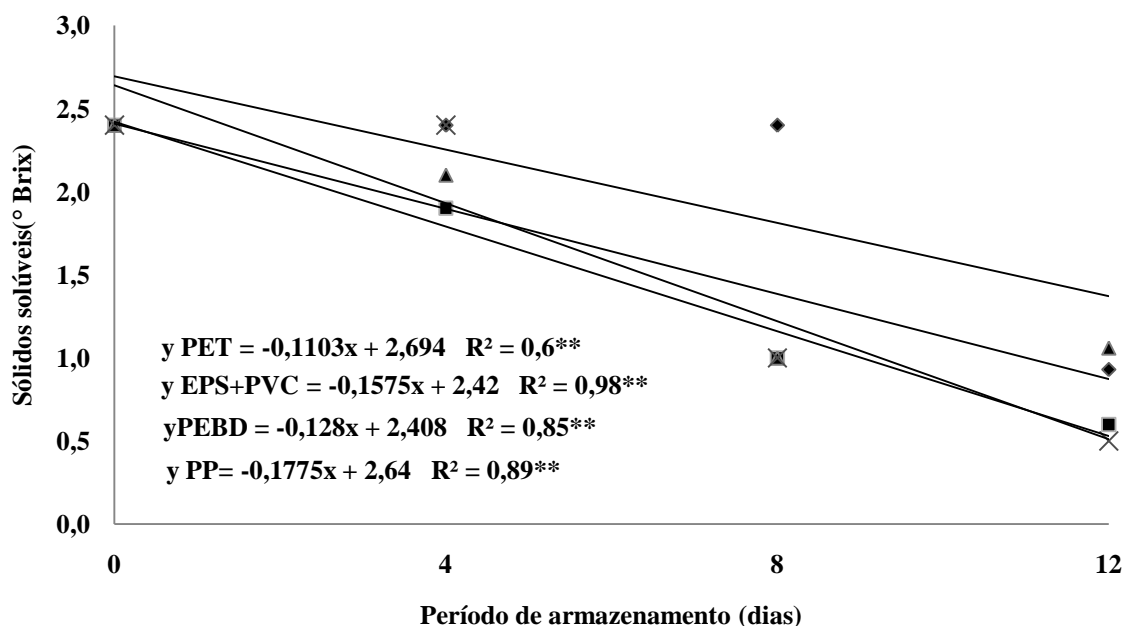


Figura 6. Sólidos solúveis (°Brix) em repolho roxo minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens: PET (♦), EPS+PVC (■), PEBD (▲) e PP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2009.

Segundo Rinaldi et al. (2005) os valores de sólidos solúveis mostram que as embalagens utilizadas não foram suficientes na modificação da atmosfera para garantir menor consumo de substrato do produto. Ao contrário de Silva (2000), não verificou perda nos teores de sólidos solúveis durante todo o armazenamento do repolho minimamente processado e armazenado a 5°C, acondicionado em embalagens PEBD, PEAD e PP,

justificando que este comportamento pode ter ocorrido, provavelmente, devido ao baixo metabolismo do produto na temperatura de 5°C no interior das embalagens, reduzindo os processos metabólicos e, conseqüentemente, o consumo das reservas celulares.

A porcentagem de perda de massa de repolho roxo foi crescente com o aumento do período de armazenamento, sendo mais pronunciada na embalagem PP (15,35%), seguido pela EPS+PVC (4,29%). A menor perda de massa para o repolho minimamente processado armazenado foi de 0,98 e 1,06% nas embalagens PET e PEBD (Figura 7).

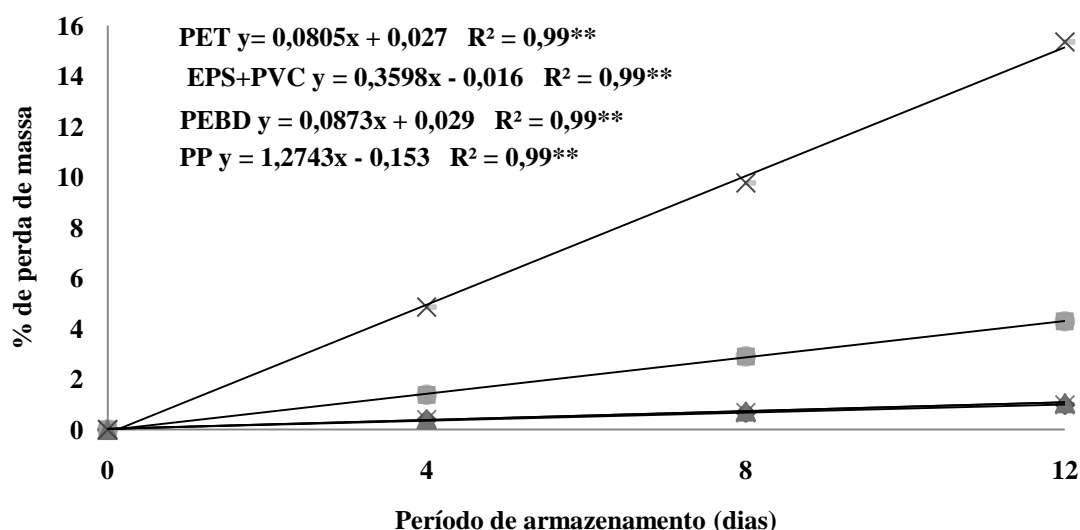


Figura 7. Perda de massa (%) em repolho roxo minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens: PET (◆), EPS+PVC (■), PEBD (▲) e PP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2009.

Para Luengo e Calbo (2001), perdas de massa iguais ou superiores a 5%, para a maioria das hortaliças, são capazes de produzir murchamento, com conseqüente diminuição de sua aceitabilidade pelo consumidor. Portanto, repolho armazenado em PP só é comercialmente aceito até o quarto dia de armazenagem, em função da embalagem ser perfurada, e os demais até o décimo segundo dia de estocagem. As hortaliças minimamente processadas, após o corte, apresentam uma maior relação superfície/volume, que possibilita maior perda de água do tecido (TATSUMI et al., 1991).

A perda de massa, em repolho minimamente processado, acondicionado em embalagens plásticas foi praticamente nula, não ocorrendo diferenças significativas entre os efeitos de embalagens plásticas utilizadas, uma vez que a perda de massa é resultante, principalmente, da perda de água. E no interior de embalagens plásticas, a saturação de vapor

d'água não favorece a formação do gradiente de pressão de vapor entre o produto e o espaço interno vazio, dificultando a perda de água (SILVA, 2000).

Para todos os tratamentos, houve redução na acidez até o terceiro dia de armazenamento, com aumento até o décimo e nova redução até o final do armazenamento. Sendo o repolho acondicionado na embalagem PP o que apresentou maior acidez (Figura 8). Estes resultados estão de acordo com Rinaldi et al. (2005) em trabalho realizado com repolho 'Sagitarium' minimamente processado. Segundo Roura et al. (2000) logo após o processamento, o tecido vegetal respira mais, decrescendo acentuadamente a acidez devido ao consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório, na tentativa de se manter em seu estado inicial. Após a colheita e durante o armazenamento, a concentração total de ácidos orgânicos tende a diminuir, sendo que as mudanças pós-colheita variam com a espécie de ácido em questão, tipo de tecido, manejo e condições de armazenamento, cultivar, ano de produção e diversos outros parâmetros (KAYS, 1991). Já o aumento na acidez de produtos armazenados por curtos períodos pode ser explicado pela geração de radicais (ácidos galacturônicos) a partir da hidrólise dos constituintes da parede celular, em especial, as pectinas (SENER et al., 1991).

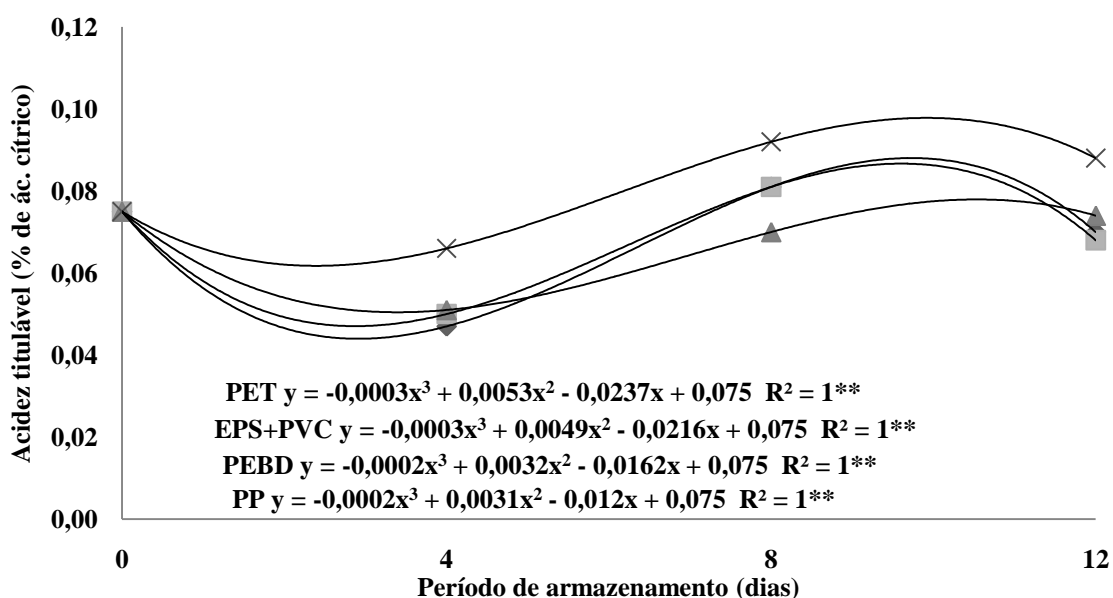


Figura 8. Acidez titulável (% de ácido cítrico) em repolho roxo minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens: PET (♦), EPS+PVC (■), PEBD (▲) e PP (X), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2009.

O pH em todas as embalagens aumentou até o sétimo dia de armazenagem (Figura 9). Ao contrário, Silva (2000) verificou em repolho minimamente processado embalado em PEBD e PP, que os valores de pH variaram muito pouco com o tempo, não apresentando efeito significativo das embalagens plásticas testadas. No entanto observou pequeno aumento nos valores com o tempo de armazenamento. Esse aumento de pH, em minimamente processados, pode estar relacionado com a resposta do tecido ao neutralizar a acidez gerada pelo CO₂ (KADER, 1986) ou o aumento na população de microrganismos (MARTH, 1998).

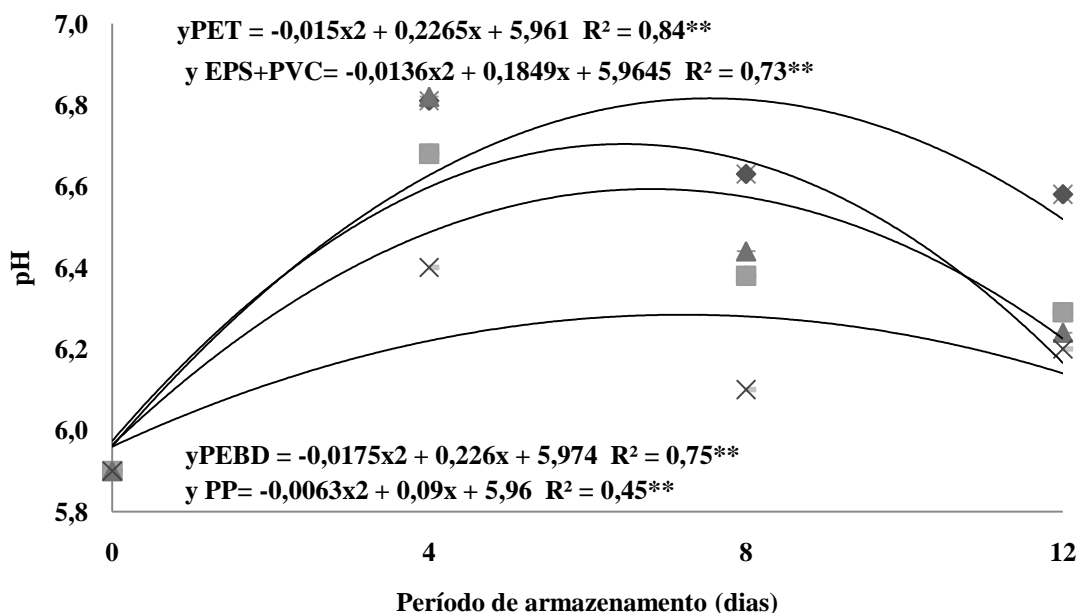


Figura 9. pH em repolho roxo minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens: PET (◆), EPS+PVC (■), PEBD (▲) e PP (X), em função do período de armazenagem a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2009.

O teor de antocianinas não apresentou diferença estatística entre os tipos de embalagem nem entre os dias de armazenagem, sendo em média 0,12 mg 100g⁻¹, o que está muito abaixo do valor médio encontrado por Teixeira et al. (2008), em repolho roxo, a partir de dois métodos diferentes, pH Único e pH Diferencial.

Conclusão

Independentemente do tipo de embalagem a armazenagem do repolho roxo minimamente processado não deve ultrapassar a quatro dias, pois apresenta aparência escurecida devido à oxidação.

CAPÍTULO III: Pós-colheita de alface Vanda tratada com 1-metilciclopropeno associado a diferentes embalagens

Resumo

A alface possui rápida perecibilidade pós-colheita, devida a grande quantidade de água nela presente e grande área foliar. O uso de embalagens, juntamente com temperaturas adequadas, mantém a qualidade de um produto, podendo deixá-lo livre de microrganismos patogênicos e, assim, aumentando sua vida de prateleira. A presença de etileno na atmosfera de armazenamento acelera a senescência, e o uso de 1-metilciclopropeno é possível inibir a ação do etileno. O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência do 1-MCP e das embalagens de tereftalato de polietileno (PET) com tampa, bandejas de poliestireno expandido (EPS) revestidas com filme flexível de policloreto de vinila (PVC) de 12 µm, e filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 70 µm, no armazenamento de alface minimamente processada. Foi utilizada a alface cultivar Vanda. As cabeças de alface foram processadas, sanitizadas, tratadas com 1-MCP e acondicionadas nas embalagens e armazenadas em câmara fria a $4 \pm 2^\circ\text{C}$. As avaliações foram feitas a cada dois dias por um período de doze dias. As características avaliadas foram perda de massa, pH, acidez titulável, teor de clorofila. O pH aumentou ao longo do armazenamento em todos os tratamentos. A acidez diminuiu no início do armazenamento, aumentando logo em seguida e reduziu até o final do período. O teor de clorofila diminuiu até o oitavo dia, aumentando até o final do período de armazenamento. A perda de massa aumentou ao longo do armazenamento, no entanto, a embalagem de EPS coberta com filme de PVC apresentou maior perda de massa. A embalagem PET mostrou-se eficiente associada ao 1-MCP proporcionando maior qualidade por até 12 dias.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, armazenamento, senescência, vida de prateleira.

Abstract

The lettuce has rapid spoilage after harvest, due to large amount of water present in it and large leaf area. The use of packaging, along with appropriate temperatures, maintaining the quality of a product, and can leave you free of pathogenic microorganisms and thus increasing its shelf life. The presence of ethylene in the storage atmosphere accelerates senescence, and the use of 1-methylcyclopropene is possible to inhibit the action of ethylene. In this work, it was verified the efficiency of 1-MCP and of the polyethylene terephthalate packaging (PET) with cover, polystyrene trays (EPS), coated with flexible film of polyvinyl chloride (PVC) 12 µm, film of low density polyethylene (PEBD) of 70 µm, in the storage of minimally processed lettuce. It was used cultivar Vanda lettuce. The heads lettuce were processed, sanitized, treated with 1-MCP, packed and stored in cold $4 \pm 2^{\circ}$ C. The reviews were done every 2 days for 12 days. We evaluated the mass loss, pH, acidity, chlorophyll. The pH increased during storage in all treatments. The acidity decreased at the beginning of storage, increased and decreased soon after the end of the period. The chlorophyll content decreased until the eighth day, increased by the end of the storage period. The mass loss increased during storage, however, the EPS ambalagem covered with PVC film showed greater weight loss. The PET was efficient MCP-1 associated with providing higher quality for up to 12 days.

Key words: *Lactuca sativa* L., storage, senescence, shelf life.

Introdução

A alface, hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, é produzida próxima aos grandes centros consumidores, em cinturões verdes, por ser de rápida perecibilidade pós-colheita, devida a grande quantidade de água nela presente e grande área foliar (SANTOS et al., 2001).

Uma boa alternativa ao consumidor são as hortaliças minimamente processadas (MORETTI, 2001). Nos supermercados esses tipos de produtos vêm ganhando maior atratividade por serem comercializados sem conservantes químicos, em embalagens pequenas e prontos para serem consumidos (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2010). Além da conveniência, praticidade e higiene, as hortaliças minimamente processadas aliam o frescor e a qualidade do produto (MORETTI, 2001). O processamento mínimo, em hortaliças e frutos, define-se como qualquer alteração física (corte, ralamento, descascamento, etc.), mantendo-se o estado fresco desses alimentos, isto é, que o tecido continue fisiologicamente ativo (INTERNATIONAL FRESH CUT PRODUCE ASSOCIATION - IFPA, 1999; MORETTI et al., 2000). O processamento mínimo em alface é bastante estudado por apresentar problemas por escurecimento enzimático, que é uma desordem facilmente detectada pelo consumidor (SALTVEIT, 2000).

O uso de embalagens, juntamente com temperaturas adequadas, mantém a qualidade de um produto, podendo deixá-lo livre de microrganismos patogênicos e, assim, aumentando sua vida de prateleira (CARNELOSSI et al., 2002). A perda de água é uma característica acentuada nos produtos minimamente processados e, uma embalagem apropriada atua como vínculo protetor para estes. Embalagens apropriadas proporcionam, também, atmosfera modificada ao produto, reduzindo sua taxa respiratória durante o armazenamento, e facilitam o transporte, a manipulação e a venda deles (SCHLIMME & ROONEY, 1994).

A presença de etileno na atmosfera de armazenamento acelera a senescência de frutos e hortaliças. Portanto, a eliminação do etileno da câmara de armazenamento pode estender o tempo e a qualidade dos produtos armazenados. É possível inibir do etileno, ao invés de eliminá-lo, mediante da aplicação de 1-metilciclopropeno (1-MCP) (SEREK et al., 1995), produto não tóxico e muito eficiente em baixas concentrações (NANTHACHAI et al., 2007). O 1-MCP liga-se ao receptor do etileno na membrana celular, e inibe o estímulo fisiológico da produção deste fitormônio (SISLER, 1991). Essa inibição aumenta o tempo de

armazenamento do fruto, na pós colheita, pois reduz os efeitos do etileno procedente de fontes internas e externas (LIMA et al., 2005).

O objetivo desse trabalho foi verificar a eficiência do 1-MCP e das embalagens de tereftalato de polietileno (PET) com tampa, bandejas de poliestireno expandido (EPS) revestidas com filme flexível de policloreto de vinila (PVC) de 12 μm , filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 70 μm , no armazenamento de alface minimamente processada.

Material e métodos

Para a realização do experimento foi utilizada a alface crespa cv. Vanda cultivada no município de Ponta Grossa, no período de junho a agosto de 2010. Após a colheita as alfaces foram transportadas para o laboratório onde foram feitos os procedimentos necessários.

O processamento mínimo consistiu em corte manual das cabeças de alface em fatiamento em tiras (1cm) com faca de plástico, enxágue (3 minutos) em água tratada; imersão (10 minutos) em solução sanitizante de hipoclorito de sódio (150 mg L⁻¹ de cloro ativo); enxágue (5 minutos) com solução (5 mg L⁻¹) do mesmo sanitizante e tratamento com 1-MCP nas concentrações 0 e 0,1 $\mu\text{l.L}^{-1}$. A testemunha consistiu de tiras de alface apenas sanitizadas e embaladas.

Após o tratamento, as tiras de alface foram acondicionadas em três tipos de embalagens: tereftalato de polietileno (PET) com tampa, bandejas de poliestireno expandido (EPS) revestidas com filme flexível de policloreto de vinila (PVC) de 12 μm , filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 70 μm . Cada embalagem continha cerca de 50 g de alface.

A temperatura de armazenagem foi de $4 \pm 2^\circ \text{C}$, em câmara fria. As avaliações foram feitas a cada dois dias, totalizando doze dias de armazenamento. Em cada avaliação as embalagens contendo alface foram pesadas em balança semi-analítica para a determinação da perda de massa e, as tiras de alface foram processadas até a obtenção de um suco para a determinação de pH, acidez titulável e clorofila.

O pH foi determinado diretamente pela imersão do eletrodo do pHmêtro digital QUIMIS no suco de alface. A acidez titulável foi determinada com a adição de 90 mL de água destilada em 10 mL do suco e posteriormente titulada com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N até pH 8,1.

O teor de clorofila foi medido de acordo com Yuan et al. (2009). As tiras de alface foram moídas (0,5 g) e extraídas em 10 mL de acetona 80%, centrifugadas por 10 min (3000 rpm) e retirados os resíduos, em seguida o conteúdo de clorofila foi determinado pela leitura da absorbância com um espectrofotômetro (absorbância em 652 nm).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x5 (2 tratamentos, testemunha e 1-MCP, 3 embalagens e 5 épocas de avaliação).

Resultados e discussão

Houve interação significativa para período de armazenamento, tipo de embalagem e tratamento com 1-MCP para clorofila, pH e acidez titulável. A porcentagem de perda de massa apresentou interação apenas para tempo e tipo de embalagem (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de F e suas significâncias para porcentagem de perda de massa, clorofila, pH e acidez titulável de alface Vanda minimamente processada.

Causa de variação	% perda de massa	Clorofila	pH	Acidez titulável
Período de armazenamento (A)	45,6947 **	96,7497 **	361,8856 **	92,5312 **
Embalagem (B)	304,1611 **	2,6039 ^{ns}	13,1458 **	0,6307 ^{ns}
Concentração de 1-MCP (C)	4,2302 *	1,0868 ^{ns}	107,0157 **	22,0909 **
AxB	19,9419 **	3,3514 **	7,5781 **	5,5739 **
AxC	0,2025 ^{ns}	7,5347 **	7,1229 **	1,1676 ^{ns}
BxC	2,3511 ^{ns}	5,2327 **	35,6779 **	7,7216 **
AxBxC	0,1789 ^{ns}	3,9376 **	4,2302 **	3,1619 **

^{ns} Não significativo

* significativo p<0,01

** significativo p<0,05

O pH aumentou ao longo do armazenamento em todos os tratamentos. A alface tratada com 1-MCP apresentou maiores valores de pH em relação à testemunha (Figura 10). Marin et al. (2010) também observaram aumento nos valores de pH no armazenamento de alface americana minimamente processada, explicando que ocorreu provavelmente pela alta taxa de respiração e consumo dos ácidos orgânicos.

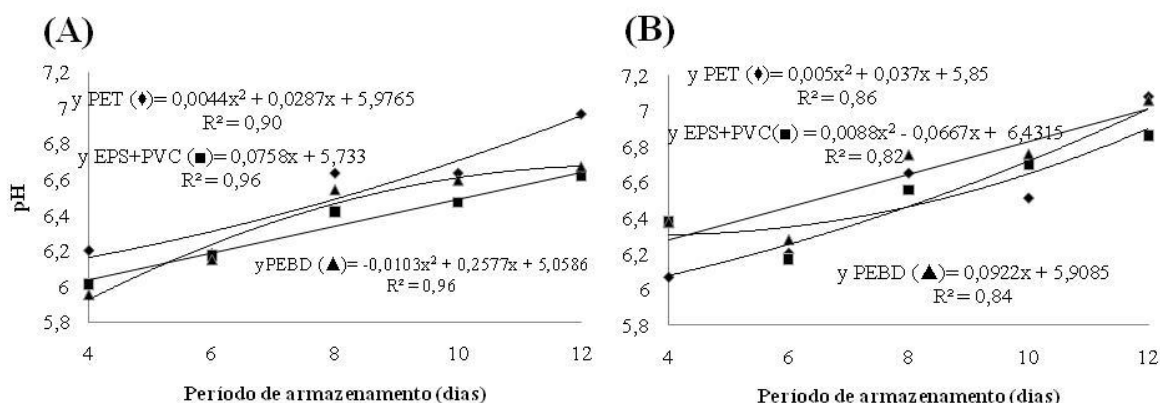


Figura 10. pH de alface minimamente processada com tratamentos testemunha e 1-MCP nas embalagens PET (♦), EPS coberto com PVC (■) e PEBD (▲), em função do período de armazenamento a 5 °C. Ponta Grossa, PR, 2010. Testemunha (A); 1-MCP (B).

A acidez diminuiu no início do armazenamento, aumentando logo em seguida e reduziu novamente até o final do período de armazenamento nas três embalagens para a testemunha e para as embalagens PET e PEBD no tratamento com 1-MCP (Figura 11). Na embalagem EPS coberta com PVC a acidez diminuiu até o final do armazenamento. Acredita-se que a redução da acidez titulável em produtos minimamente processados seja uma consequência do metabolismo normal do CO₂ ou uma resposta do tecido ao neutralizar a acidez gerada pelo CO₂ (KADER, 1986). Mattos et al. (2007) armazenando alface processada em folha inteira e em tiras de 5 mm observou que o teor de ácidos orgânicos foi 35% maior na folha inteira comparando com a alface em tiras, e que o menor teor de ácido está relacionado com a maior atividade metabólica devido ao corte.

A clorofila diminuiu até o oitavo dia, aumentando até o final do período de armazenamento (Figura 12). Na testemunha essa mudança foi mais expressiva que no tratamento com 1-MCP. Carnellosi et al. (2002) armazenando couve minimamente processada a 1°C observaram que os teores de clorofila mantiveram-se constantes, já quando armazenada a 10°C apresentou acentuada redução após o quinto dia de armazenamento. Baixas temperaturas fazem com que o metabolismo diminua, conseqüentemente ocorre diminuição dos processos degradativos e a senescência do produto (HEATON & MARANGONI, 1996).

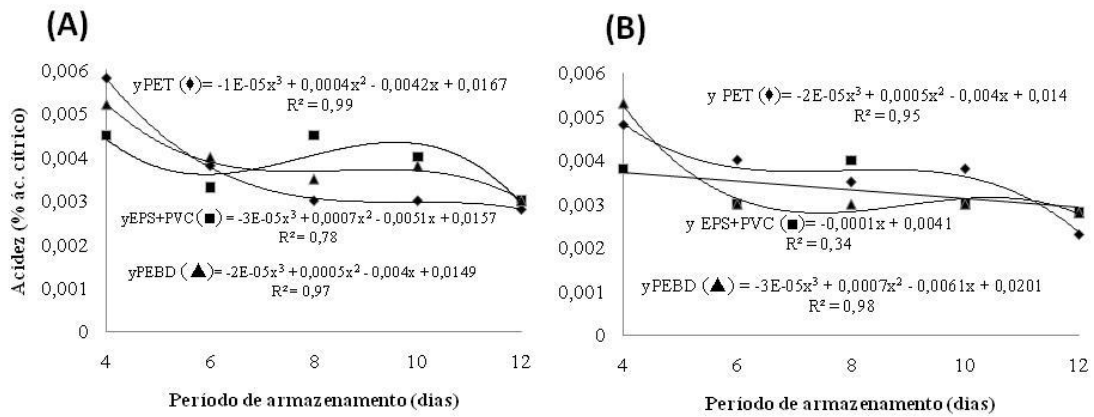


Figura 11. Acidez titulável (% de ácido cítrico) de alface minimamente processada com tratamentos testemunha e 1-MCP nas embalagens PET (♦), EPS coberto com PVC (■) e PEBD (▲), em função do período de armazenamento a 5°C. Ponta Grossa, PR, 2010. Testemunha (A); 1-MCP (B).

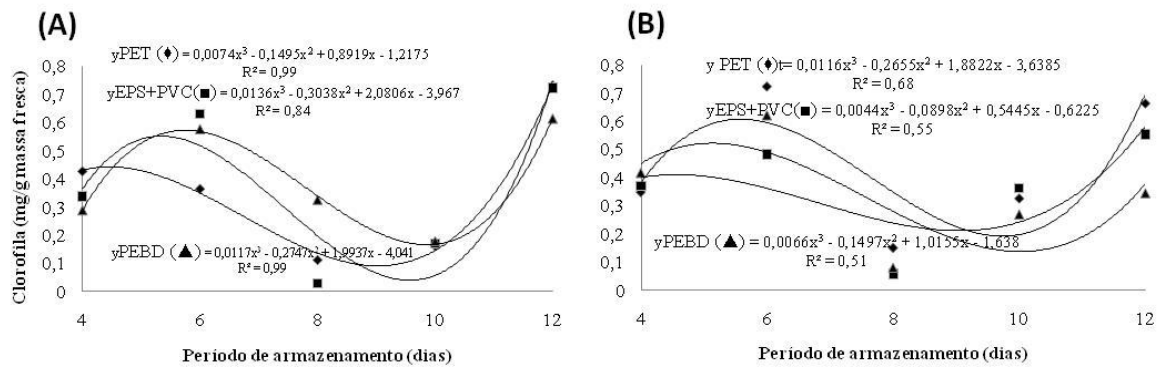


Figura 12. Clorofila (mg/g de massa fresca) de alface minimamente processada com tratamentos testemunha e 1-MCP nas embalagens PET (♦), EPS coberto com PVC (■) e PEBD (▲), em função do período de armazenamento a 5°C. Ponta Grossa, PR, 2010. Testemunha (A); 1-MCP (B).

A porcentagem de perda de massa aumentou ao longo do período de armazenamento (Figura 13), no entanto, a embalagem de EPS coberta com PVC apresentou maior perda de massa em relação às outras embalagens devido a maior permeabilidade do material à perda de água. A perda de massa é resultante, principalmente, da perda de água. E no interior de embalagens plásticas, a saturação de vapor d'água não favorece a formação do gradiente de pressão de vapor entre o produto e o espaço interno vazio, dificultando a perda de água (Silva, 2000). Para Luengo e Calbo (2001) a porcentagem de perda de massa máxima aceitável para a

maioria das hortaliças é de 5%, pelo murchamento causado e conseqüente perda de qualidade para o comércio.

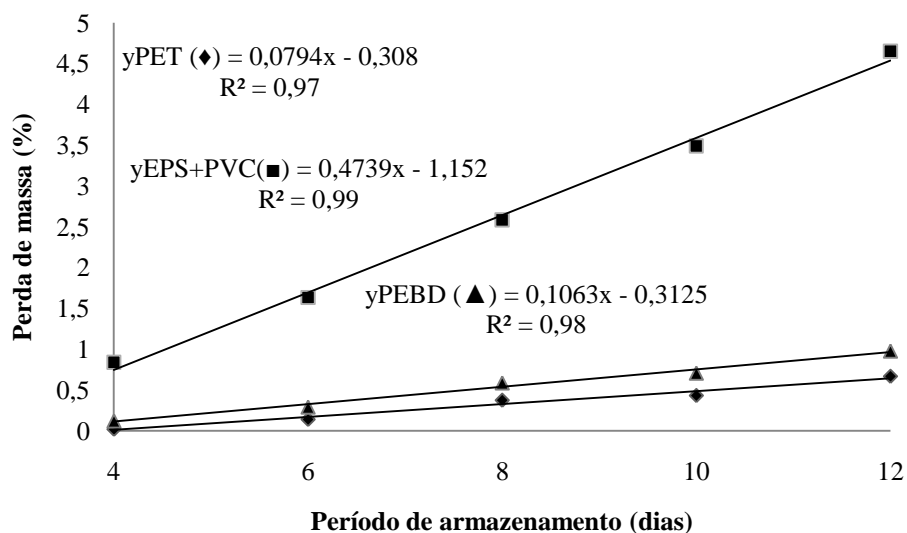


Figura 13. Perda de massa (%) de alface minimamente processada nas embalagens PET (◆), EPS coberto com PVC (■) e PEBD (▲), em função do período de armazenamento a 5°C. Ponta Grossa, PR, 2010.

Conclusão

A embalagem PET se mostrou mais eficiente aliada com o uso do 1-MCP, pois proporcionou melhor qualidade da alface minimamente processada por até 12 dias de armazenagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. Editora Gazeta Santa Cruz, 2010. 88p.

BARTH, M.M. et al. Modified atmosphere packaging affects ascorbic acid, enzyme activity and market quality of broccoli. **Journal Food Science**, v.58, n.1, p.140-143, 1993.

BLANKENS H IP , S . M. ; DOLE , J . M. 1-Methylcyclopropene: a Review. **Postharvest Biology and Technology** , 28, p. 1-25, 2003.

BROWN, J.H. et al. Physiological mechanisms of plant senescence. In: STEWARD, F.C.; BIDWELL, R.G.S. (Eds). **Plant physiology, a treatise**. Volume 10: Growth and Development. San Diego, California: Academic, p.227-275, 1991.

CARNELOSSI, M. A.G.; SILVA, E.O. Processamento mínimo de Couve e Repolho. In: Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, Viçosa. **Palestras**. Universidade Federal de Viçosa. p.125-131, 2000.

CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, E. O.; CAMPOS, R. S.; SOARES, N. F. F; MINIM, V. P. R, PUSCHMANN, R. Conservação de folhas de couve minimamente processadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.2, p.149-155, 2002.

CARVALHO P. T.; CLEMENTE E. The influence of the broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) fill weight on postharvest quality. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p.646-651, out.-dez. 2004.

CHITARRA, M. I. F. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Tecnologia e Treinamento Agropecuário**. v.2. n.9, p.7, 1999.

COSTA, M.L. CIVELLO, P. M.; CHAVES, A. R.; MARTÍNEZ, G. A. Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase –linked chlorophyll bleaching during postharvest senescence of broccoli (*Brassicaoleracea* L.) at 20°C. **Postharvest Biology and Technology**, v.35, n.2, p.191–199, 2005.

DOWNS C. G. et al. Cytokinin treatment delays senescence but not sucrose loss in harvested broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, v.11, n.2, p.93-100, 1997.

EATON, D. C. Laboratory investigations in Organic Chemistry. New York, McGraw-Hill. 1989.

FALLIK, E.; NAOMI, T.G.; SHOSHANA, G.; DAVIDSON, H. Prolonged low temperature storage of eggplants in polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology** , v. 5, p. 85-89, 1995.

FAVELL, D. J. A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. **Food Chemistry**, 62:59-64, 1998.

FINGER, F.L. et al. Physiological changes during postharvest senescence of broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1565-1569, 1999.

FORSYTH, J.L. et al. The thermostability of purified isoperoxidases from *Brassica oleracea* var. *gemmifera*. **Food Chemistry**, v.65, n.1, p.99-109, 1999.

GÓMEZ-LÓPEZ, V. M.; RAGAERT, P.; RYCKEBOER, J.; JEYACHCHANDRAN, V., DEBEVERE, J.; DEVLIEGHERE, F. Shelf-life of minimally processed cabbage treated with neutral electrolysed oxidising water and stored under equilibrium modified atmosphere. **International Journal of Food Microbiology**, 117:91–98, 2007.

GÓMEZ-LÓPEZ, V. M.; RAGAERT, P.; JEYACHCHANDRAN, V.; DEBEVERE, J.; DEVLIEGHERE, F. Shelf-life of minimally processed lettuce and cabbage treated with gaseous chlorine dioxide and cysteine. **International Journal of Food Microbiology**, 121:74–83, 2008.

HANSEN, M.E. SORENSEN, H.E.; CANTWELL, M.. Changes in acetaldehyde, ethanol and amino acid concentrations in broccoli florets during air and controlled atmosphere storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.22, n.3, p.227-237, 2001.

HEATON, J.W., MARANGONI, A.G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends Food Science Technology**, v.7, p.8-15, 1996.

HEMEDA, H. M.; KLEIN, B. P. Effects of naturally occurring antioxidants on peroxidase activity of vegetables extracts. **Journal of Food Science**, v.55, n.1, p.184-192, 1990.

HRAZDINA, G.; IREDALE, H.; MATTICK, L. R. Anthocyanin composition of *Brassica oleracea* cv. Red Danish. **Phytochemistry**, 16:297-299, 1977.

HU, W.; JIANG, A.; QI, H.; PANG, K.; FAN, S. Effects of initial low oxygen and perforated film package on quality of fresh-cut cabbages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p.2019–2025, 2007.

IADEROZA, M.; DRAETTA, I.S. Enzimas e pigmentos: Influência e alterações durante o processamento In: SOLER, M.P. (Ed.). **Industrialização de frutas**. Campinas: Ital, p.25-46, 1991.

IFPA. Fresh-cut produce handling guidelines. 3ed., Produce Marketing Association, Newark, 39p, 1999.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Offering global expertise in fresh-cut produce**, 2009 . Disponível em: <<http://www.fresh-cuts.org/about.php>>. Acesso em: 10 outubro 2009.

JACKMAN, R. L.; SMITH, J. L. Anthocyanins and betalains. In: HENDRY, G. A. F.; HOUGHTON, J. D. **Natural Food Colorants**. London, Blackie Academic. p.183-241, 1992.

JHA, S. N.; MATSUOKA, T. Non-destructive techniques for quality evaluation of intact fruits and vegetables a review. , **Food Science and Technology Research** v. 6, n. 4, p. 284-285, 2002.

JONES, R. B. et al. A review of the influence of postharvest treatments on quality and glucosinolate content in broccoli (*Brassica oleraceae* var. *italica*) heads. **Postharvest Biology and Technology**, v.41, n.1, p.1-8, 2006.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food technology**, 40:99-104, 1986.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York, Van Nostrand Reinhold, 530 p., 1991.

KING, JR., A.D.; BOLIN, H.R. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 43, n. 2, p. 132135, 1989.

KLEIN, B. P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, 10:179-193, 1987.

KRONKA, S. N.; BANZATO, D. A. **ESTAT**: Sistema para análise estatística versão 2.0. 3ªed. Jaboticabal, FUNEP. 247p., 1995.

KU, V. V. V.; WILLS, R. B. H. Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, v.17, n.2, p.127-132, 1999.

LANCASTER, J. E.; LISTER, C. E.; REAY, P. F.; TRIGGS, C. M. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruit and vegetables. **Journal American Soc. Hort. Science**, 122:594-598, 1997.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **HortScience**, 7:83-84, 1972.

LIMA, L. C.; COSTA, S. M.; DIAS, M. S. C.; MARTINS, R. N.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M. Controle do amadurecimento de banana ‘Prata-Anã’ armazenada sob refrigeração e atmosfera modificada passiva com o uso do 1-metilciclopropeno. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, p.476-480, 2005.

LUENGO, R. F. A; CALBO A.G. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 242p, 2001.

LUO, Z. S. et al. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene (1-MCP) on lignification of postharvest bamboo shoot. **Food Chemistry**, v.105, n.2, p.521–527, 2007.

MARIN, T.; MONTANUCCI, J. R.; BENASSI, M. T.; YAMASHITA, F. Embalagem ativa para alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 653-660, jul./set. 2010.

MARTH, E. H. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. **Food Technology**, 52:57-62, 1998.

MATTOS L.M.; MORETTI, C.L.; CHITARRA, A.B.; PRADO, M.E.T. Qualidade de alface crespa minimamente processada armazenada sob refrigeração em dois sistemas de embalagem. **Horticultura Brasileira** v. 25, p. 504-508, 2007.

MORETTI, C.L. Tecnologia de produtos minimamente processados. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Foz do Iguaçu. **Anais**, PR, Agosto de 2001.

MORETTI, C. L., SILVA, W. L., ARAUJO, A. L. Quality attributes and carbon dioxide evolution of bell peppers as affected by minimal processing and storage temperature. **Proceedings of The Florida State Horticultural Society**. Orlando, Florida, EUA: , v.113, n.1, p.156 - 159, 2000

NANTHACHAI, N.N.; RATANACHINAKRON, B.; KOSITTRAKUN, M.; BEAUDRY, R.M. Absorption of 1-MCP by fresh produce. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.43, p.291-297, 2007.

PAULL, E. R. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology** , v.15, p. 263-277, 1999.

PADULA, M. L. et al. Influência de diferentes tipos de embalagens nas características físico-químicas e composição gasosa de brócolis (*Brassica oleracea* L. var *Itálica*) orgânicos minimamente processados e armazenados sob refrigeração. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v.17, n.3, p.259-268, jul./set. 2006.

PALUDO, G.; REINEHR, C. O. Influência das condições de armazenamento sobre o teor de clorofila do brócolis (*Brassica oleracea*). In: XXI Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia e VI Feira de Protótipos. Unijuí. Ijuí-RS. 2006.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; MORETTI, C. L. Atividade respiratória, produção de etileno e vida útil de repolho (*Brassica oleracea*, var. *capitata*) minimamente processado em atmosfera controlada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, 28:579-589, 2008.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; CALORE, L. Efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 25:480-486, 2005.

ROURA, S.I.; DAVIDOVICH, L.A.; DEL VALLE, C.E. Quality loss in minimally processed swiss chard related to amount of damaged area. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technology**, Londres, v.23, n.1, p.53-59, 2000.

SALTVEIT, M.E. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. **Postharvest Biology and Technology** v. 21: p. 61-69, 2000.

SANTOS, R.H.S; SILVA, F.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, 2001.

SCHLIMME, D.V., ROONEY, M.L. Packing of minimally processed fruits and vegetables. In: WILEY, R.C.(Ed.). **Minimally processed refrigerated fruits & vegetables**. London: Chapman & Hall. p.135-82, 1994.

SENDER, S. D.; CHAPMAN, G. W.; FORBUS, W. R.; PAYNE, J. A. Sugar and non-volatile acid composition of persimmons during maturation. **Journal of Food Science**, 56: 989-991, 1991.

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S. 1-methylcyclopropene, anovel gaseus inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers end potted plants. **Acta Horticulturae**, Wagenengen, n.394, p.337- 345, 1995.

SILVA, E. O. Fisiologia pós-colheita de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata) minimamente processado. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 79 p., 2000.

SILVA, J. de S. e; FINGER, F. L.; CORRÊA, P. C. **Armazenamento de frutas e hortaliças**. In: Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas, Viçosa, Editora Aprenda Fácil. 502p. 2000.

SISLER, E.C. Ethylene binding components in plants. In: MATTOO, A.K.; SUTTLE, J.C. (Ed.). **The plant hormone ethylene**. Boca Raton: CRC Press. p.81-99, 1991.

SOARES, L. R.; PEREIRA, D. C.; MONTEIRO, V. H.; SOUZA, C. H. W.; KLEIN, M. R.; SILVA, M. J.; LORIN, H. F.; COSTA, L. A. DE M.; COSTA, M. S. S. DE M. Avaliação de Substratos Alternativos para Produção de Mudas de Repolho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 4:1780-1783, 2009.

TATISUMI, Y.; WATADA, A. E.; WERGIN, W. P. Scanning electron microscopy of carrot stick surface to determine cause of white translucent appearance. **Journal of Food Science**, 56:1357-1364, 1991.

TEIXEIRA, L. M.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, 55 (4): 297-304, 2008.

VAROQUAUX, P.; WILEY, R.C. Cambios biológicos y bioquímicos em frutas y hortalizas refrigeradas minimamente procesadas. In: WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, p. 221-262, 1997.

WATKINS, C. B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances**, v.24, n.4, p.389–409, 2006.

YUAN, G. et al. Effect of 1-methylcyclopropene on shelf life, visual quality, antioxidant enzymes and health-promoting compounds in broccoli florets. **Food Chemistry**, v.118, p.774-781, 2009.

ZAICOVSKI, C. B. et al. Efeito de danos mecânicos, da redução de temperatura e 1-MCP no metabolismo pós-colheita de brócolis Legacy. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.4, p.840-845, out.-dez. 2008.