

LUCILENE SILVA DE OLIVEIRA

**EFEITO DO HIDRORESFRIAMENTO, DA TEMPERATURA E DA
REHIDRATAÇÃO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
COENTRO**

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fisiologia Vegetal, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48e
2012

Oliveira, Lucilene Silva de, 1987-

Efeito do hidrosfriamento, da temperatura e da rehidratação na conservação pós-colheita de coentro / Lucilene Silva de Oliveira. – Viçosa, MG, 2012. ix, 52f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Fernando Luiz Finger.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Coriandrum sativum* L. 2. Temperatura. 3. Coentro -
Conservação. 4. Coentro - Fisiologia pós-colheita.

I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 583.849

LUCILENE SILVA DE OLIVEIRA

**EFEITO DO HIDRORESFRIAMENTO, DA TEMPERATURA E DA
REHIDRATAÇÃO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
COENTRO**

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fisiologia Vegetal, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.**

APROVADA: 16 de fevereiro de 2012.

Ana Maria Mapeli

Mário Puiatti

**Fernando Luiz Finger
(Orientador)**

Dedico

Aos meus queridos pais, Fátima e Vicente.

Aos meus irmãos, Ivan e Mislene.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares pelo incentivo a lutar pelos meus objetivos, reconhecimento e pela valorização das metas alcançadas.

Ao professor Finger pela orientação, dedicação, ensinamentos, autocríticas, que me ajudaram a crescer, e pela valiosa contribuição para a minha vida profissional.

Às minhas grandes amigas Ana Paula, Isabel e Tania pela assistência durante as análises laboratoriais e elaboração de projeto, pelos conselhos e por tantos momentos bons pelo quais passamos.

À Camila pelo companheirismo durante as análises de madrugada e pelas descontrações.

À Ariana e ao Cleber por todo auxílio na realização do meu experimento.

A todos os amigos do laboratório de pós-colheita pela boa vontade de repassar conhecimentos e por tornar o ambiente de trabalho mais agradável.

A todos os amigos da fisiologia, em especial a Bel, a Dani, a Giu, o Marcelo e a Neid, pelo companheirismo, alegria e pelos momentos inesquecíveis. Agradeço a Neid também por ter sido a minha grande companheira de estudos, cafés fortes, noites mal dormidas e momentos de muitas risadas.

À Ana Maria, minha chefinha, pela amizade e grande contribuição para o meu ingresso na pós-graduação.

Ao Geraldo por ter colaborado com andamento do meu experimento.

Ao Paulo, Gabriel, Derley, Raimundinho e todo o pessoal da Horta Nova que sempre se prontificaram em me ajudar nas tarefas de campo.

Ao Bruno pela instigação a buscar os meus objetivos, por todo apoio e companheirismo.

Ao professor Cecon por ter dedicado um pouco do seu tempo para me ajudar nas análises estatísticas.

Aos professores da Fisiologia Vegetal que dedicaram em repassar tantos conhecimentos.

À Universidade Federal de Viçosa, em particular o Departamento de Fisiologia Vegetal, pela oportunidade de realização deste trabalho e ao CNPq pela concessão da bolsa.

Enfim, a Deus e a todos que diretamente ou indiretamente me ajudaram, só posso dizer a vocês: muito obrigada por tudo.

BIOGRAFIA

Lucilene Silva de Oliveira, filha de Maria de Fátima S. S. de Oliveira e Vicente de Paula Fialho de Oliveira, nasceu na cidade de Viçosa, Minas Gerais, em 12 de janeiro de 1987.

Cursou 1º grau na Escola Estadual Coronel Antônio da Silva Bernardes em Viçosa e 2º grau na Escola Estadual Dr. Raimundo Alves Torres em Viçosa, Minas Gerais, concluindo o ensino médio em dezembro de 2004.

Em março de 2005 ingressou na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em Agronomia, em Janeiro de 2010.

Em março de 2010 iniciou o curso de Mestrado em Fisiologia Vegetal na Universidade Federal de Viçosa.

SUMÁRIO

RESUMO _____	vii
ABSTRACT _____	ix
INTRODUÇÃO GERAL _____	1

CAPÍTULO 1

Influência do pré-resfriamento na conservação pós-colheita de folhas de coentro

RESUMO _____	4
1. INTRODUÇÃO _____	6
2. MATERIAL E MÉTODOS _____	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	12
4. CONCLUSÕES _____	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	24

CAPÍTULO 2

Efeito da hidratação sob a vida de prateleira de folhas de coentro

RESUMO _____	27
1. INTRODUÇÃO _____	29
2. MATERIAL E MÉTODOS _____	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	34
4. CONCLUSÕES _____	50
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	51

CONCLUSÕES GERAIS _____	52
-------------------------	----

RESUMO

OLIVEIRA, Lucilene Silva de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Efeito do hidrosfriamento, da temperatura e da rehidratação na conservação pós-colheita de coentro.** Orientador: Fernando Luiz Finger.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a influência do uso do pré-resfriamento da temperatura e da hidratação na longevidade de folhas de coentro ‘Português’ (*Coriandrum sativum* L.). Na avaliação do uso do pré-resfriamento e do armazenamento refrigerado foram feitos maços de folhas de coentro de 20-25 g. Logo após o feitiço, os maços foram imersos por 10 minutos em uma mistura a 5°C de gelo moído e água (1:3 v/v), seguido de armazenamento a 20 e 5°C. O hidrosfriamento provocou o amarelecimento prematuro das folhas de coentro 96 horas após o tratamento para o armazenamento a 5°C. Concluiu-se que o tratamento mais indicado para conservação pós-colheita de maços de coentro é o armazenamento a 5°C após a colheita sem pré-resfriamento. Para avaliação do efeito da hidratação de folhas de coentro foram utilizados maços de 25-30 g, três tempos de imersão em água a 25°C (3, 6 e 9 horas) e três porcentagens de perda de massa fresca antes da imersão dos maços em água (0, 5 e 10%). A hidratação foi avaliada em duas temperaturas de armazenamento. Na primeira, os maços foram armazenados a 5°C e umidade relativa do ar de 80%, logo após a hidratação, e a perda de massa fresca de 5 e 10% obtida a 5°C. Na segunda, a perda de massa fresca de 5 e 10% foi obtida a 25°C e os maços foram armazenados a 25°C e a 54% de umidade relativa. Verificou-se que o uso da hidratação não resultou em aumento da longevidade de maços de coentro, quando estes foram posteriormente armazenados a 25°C. A hidratação ocasionou o aparecimento de manchas escuras nas folhas, amarelecimento e apodrecimento do limbo e pecíolo, ao longo do armazenamento a 25°C. O uso da refrigeração a 5°C após a hidratação impediu o amarelecimento e apodrecimento dos maços de coentro ao longo da vida de prateleira. A hidratação, por 3 horas, após a colheita

de maços de coentro pode ser utilizado para aumentar em dia a longevidade dos mesmos, se for seguida do armazenamento a 5°C.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Lucilene Silva de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february, 2012. **Effect of hydrocooling, temperature and rehydration on postharvest conservation of coriander.** Adviser: Fernando Luiz Finger.

The goals of this work were to evaluate the influence of the use of pre-cooling and hydration on the longevity of coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves. In evaluating the use of pre-cooling were made bundles of leaves coriander 20-25 g. Immediately after the shape, the bundles were submerged for 10 min in a mixture at 5 °C with crushed ice and water (1:3 v/v), followed by storage at 20 and 5°C. The hydrocooling caused premature yellowing of the coriander leaves 72 and 96 h after the treatment, respectively, for storage at 20 and 5°C. It was concluded that the most appropriate treatment for post-harvest conservation of coriander bundles is the storage at 5 °C after harvest without pre-cooling. For to evaluation the effect of hydration of coriander leaves were used bundles 25-30 g, three times of submerged in water at 25°C (3, 6 and 9 h) and three percentages of weight loss before to immersion of the bundles in water (0.5 to 10%). The hydration was assessed in both storage temperatures. At first, the bundles were stored at 5°C and relative humidity (RH) of 80% after hydration, and the weight loss of 5 and 10% occurred at 5°C. At the second, the weight loss of 5 and 10% occurred at 25°C and the bundles were stored at 25°C and 54% RH. It was found that use of the hydration did not resulted in increase the longevity of coriander bundles, when the leaves were subsequently stored at 25°C. The hydration occasioned the appearance of dark spots on the leaves, yellowing and decay of leaves and branches, during storage at 25°C. The use of refrigeration at 5°C after hydration impeded the yellowing and branches of coriander bundles over the shelf life. The hydration for 3 h after harvest of coriander bundles can be used to increase in day the longevity of the same, if followed by storage at 5°C.

INTRODUÇÃO GERAL

O coentro, *Coriandrum sativum* L., pertence à família Umbelliferae (Apiaceae), a mesma da cenoura e da salsa. Originário do leste do mediterrâneo e do sul da Europa. O coentro é uma planta herbácea, anual, atingindo cerca de 40 cm de altura. O pecíolo é ereto, glabro e pouco ramificado, com folhas compostas, alternadas e pinatissectas. As inflorescências são umbeladas de coloração branca e os frutos são diaquênios e globosos. É cultivado na Romênia, México, Argentina, Egito, Índia, Estados Unidos, China, Rússia e em muitos outros países (AHMED et al., 2004). Tradicionalmente, no nordeste e norte do Brasil é utilizado como condimento, sendo mais indicado para tempero de peixes e prato de frutos do mar. Além disso, a hortaliça é empregada como planta medicinal no tratamento de reumatismo, hemorroidas, dores de cabeça, inchaços, conjuntivites, úlceras na boca e também atua como carminativo, tônicos gastrintestinais entre outras (WANGENSTEEN et al., 2004 e AHMED et al., 2003). O coentro também é uma excelente fonte de fibras dietéticas, ferro, magnésio e manganês.

O coentro é consumido principalmente fresco e não processado e, assim como outras hortaliças folhosas, possui vida de prateleira curta. A alta taxa transpiratória, logo após a colheita, torna estas hortaliças susceptíveis à rápida desidratação, o que pode acelerar o processo de deterioração, devido ao aumento da taxa de reações de origem, predominantemente, catabólicas, como a degradação da clorofila (FINGER & VIEIRA, 1997). A perda de pigmentos verdes resulta no amarelecimento, que é um sintoma característico do processo de senescência de hortaliças folhosas (LIPTON, 1987). De acordo com WILLS et al. (1981), a perda de turgescência atua fortemente no processo de senescência das folhas. Além da perda de água, o baixo conteúdo de carboidratos armazenados acarreta a falta de reserva energética, reduzindo o potencial de armazenamento (FINGER & VIEIRA, 1997).

O uso do pré-resfriamento, refrigeração e atmosfera modificada têm demonstrado efeitos positivos na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças.

O pré-resfriamento atua retirando de forma rápida o calor de campo, contribuindo para reduzir as taxas de respiração, perda de massa fresca e deterioração pós-colheita de frutas e hortaliças. Entre os métodos de pré-resfriamento tem-se o uso de ar forçado e imersão em água gelada (hidroresfriamento). Segundo DELGADO & SUN (2001), o hidroresfriamento possui maior eficiência na retirada de calor que o ar forçado, pois a água gelada possui grande capacidade calorífica e alta taxa de transferência de calor. Além disso, o hidroresfriamento reduz a temperatura sem que ocorra a perda de água e também pode proporcionar aumento da turgescência do produto, através da absorção de água durante a imersão na água gelada (HENRY & BENNETT, 1973). No entanto, nem todos os tipos de produtos toleram hidrorefrigeração. MANGANARIS et al., (2007) observaram que, em frutos de cereja, o hidroresfriamento, a 1°C por 15 minutos, seguido de uma semana de armazenamento a 0 °C e 95% de umidade relativa manteve a qualidade por mais três dias à temperatura ambiente, mas depois de cinco dias à temperatura ambiente muitas das frutas tornaram-se de qualidade inaceitável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, J., SHIVHARE, U.S., SINGH, P. Colour kinetics and rheology of coriander leaf puree and storage characteristics of the paste. **Food Chemistry**, v. 84, p. 605-611, 2004.

DELGADO, A.E., SUN, D.W. Heat and mass transfer models for predicting freezing process e a review, **Journal of Food Engineering**, v. 47, p. 157-174, 2001.

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 1997. 29p. (Caderno didático, 19).

HENRY; F.E. AND BENNETT, A.H. Hydrocooling Vegetable Products in Unit Loads. **ASAE Transactions**, v.16, p.731-733, 1973.

LIPTON, W. J. Senescence of leafy vegetables. **HortScience**, v. 22, n. 5, pg.854-859, 1987.

MANGANARIS, G.A., ILIAS, I.F., VASILAKAKIS, M., MIGNANI, I. The effect of hydrocooling on ripening related quality attributes and cell wall physicochemical properties of sweet cherry fruit (*Prunus avium* L.). **International Journal of Refrigeration**, v. 30, p. 1386-1392, 2007.

WANGENSTEEN, H., SAMUELSEN, A.B., MALTERUD, K.E. Antioxidant activity in extracts from coriander. **Food Chemistry**, v. 88, p. 293–297, 2004.

WILLS, R. B. H.; McGLASSON, W. B.; GRAHAM D.; JOYCE, D. C. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 5.ed. Wallingford: New South Wales University Press, 2007. 227p.

CAPÍTULO 1 – INFLUÊNCIA DO PRÉ-RESFRIAMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FOLHAS DE COENTRO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência do pré-resfriamento, na forma de hidroresfriamento, na conservação pós-colheita de folhas de coentro ‘Português’. As folhas de coentro, após a colheita, foram arranjadas em maços com 20-25 gramas e submetidos aos seguintes tratamentos: T1- sem pré-resfriamento (controle); T2- com pré-resfriamento, ambos armazenados a 20°C e 54% de umidade relativa; T3- sem pré-resfriamento e armazenados a 5°C e 81% UR e T4- com pré-resfriamento e armazenado a 5°C e 81% UR. O hidroresfriamento foi feito utilizando a mistura de gelo moído e água (1:3 v/v) a 5°C, onde os maços foram deixados durante 10 minutos para se resfriar. Avaliou-se a perda de massa, teor de clorofila, o teor relativo de água e teor de carboidratos. O experimento foi conduzido pelo delineamento casualizado, com 3 repetições para teor de carboidratos e quatro para as outras análises. Observou-se que os maços de coentro pré-resfriados, com água gelada, absorveram água, proporcionando acréscimo de aproximadamente 4% no teor relativo de água (TRA) das folhas. O hidroresfriamento permitiu a manutenção da turgescência durante os 3 e 4 dias de longevidade dos maços, em temperatura ambiente (20°C) e a 5°C, respectivamente. Observou-se que 72 horas após a imersão dos maços em água gelada, o teor relativo de água reduziu para 88,6 % quando armazenado a 20 °C e 90,7 % quando armazenados a 5 °C, valores estes próximo ao TRA logo após a colheita. No entanto, mesmos permanecendo hidratados nesses tratamentos, não houve aumento da vida de prateleira devido à ocorrência da degradação da clorofila, o qual reduziu de 32,7 para 26,8 unidades SPAD no tratamento 2 e de 34,8 para 27,9 unidades SPAD no tratamento 4, ocasionando o descarte dos maços devido ao amarelecimento das folhas. Para os tratamentos não resfriados (T1 e T3) o teor de clorofila não alterou significativamente, sendo o descarte dos mesmos foi causado pelo murchamento

dos maços de coentro que ocorreu 48 e 96 horas após a colheita para os T1 e T3. Assim, conclui-se que o tratamento mais indicado para conservação pós-colheita de maços de coentro é o armazenamento a 5° C após a colheita, sem hidrosfriamento.

1. INTRODUÇÃO

As perdas pós-colheita de folhosas podem ser reduzidas com a utilização do armazenamento refrigerado, manutenção das folhas em alta umidade relativa (90-95%), atmosfera modificada e o processo de pré-resfriamento. Segundo WILLS et al. (1981) a redução da temperatura proporciona menor gradiente de pressão de vapor de água entre a planta e o meio, minimizando a perda de água dos produtos hortícolas. A refrigeração atua também diminuindo a taxa respiratória, a produção de etileno, e a intensidade da senescência e atividade microbiana (HARDENBURG et al., 1986; KALBASIASHTARI, 2004; WANG, 1994). WILLS et al. (1998) descrevem a temperatura como o fator mais importante na manutenção da qualidade de produtos hortícolas após a colheita.

Segundo BECKER & FRICKE (2002) o pré-resfriamento promove a manutenção da qualidade de frutas e hortaliças, por retirar rapidamente o calor de campo antes de serem comercializadas, armazenadas ou processadas. O pré-resfriamento é realizado por vários métodos, pelo resfriamento a vácuo, sala de resfriamento, ar forçado, hidroresfriamento e gelo. Para KALBASI-ASHTARI (2004), a definição do método de pré-resfriamento a ser utilizado para maior eficácia da remoção de calor, menor custo de utilização e a manutenção da qualidade física e química varia de acordo com cada tipo de produto.

O hidroresfriamento, pela utilização de água gelada, possui alta eficiência devido ao alto calor específico da água e sua alta taxa de transferência de calor (DELGADO & SUN, 2001). O uso do gelo na água aumenta a eficiência do resfriamento, por maximizar a taxa de resfriamento do produto (VIGNEAULT & CORTEZ, 2002). TERUEL et al. (2002) relata que o uso de água fria pode promover o resfriamento três vezes mais rápido em relação ao resfriamento por ar forçado, ou dez vezes mais rápido, quando produtos são colocados em salas convencionais de armazenamento. Outra vantagem deste método é a ausência de desidratação, além de poder ocorrer à absorção de água pelo produto (HENRY & BENNETT, 1973). No entanto, o hidroresfriamento pode aumentar os

problemas de contaminação por microrganismos, como ocorreu em um experimento realizado por BRACKMANN et al. (2000) com pêssego “Chiripá”, onde o tratamento com água gelada aumentou a incidência de podridões em comparação com resfriamento com ar.

ÁLVARES (2007) observou que o pré-resfriamento com a imersão na mistura de gelo moído e água (1:3 v/v) a 5°C por 15 minutos estendeu a vida pós-colheita de folhas de salsa (*Petroselinum crispum*). Esse tratamento foi efetivo em retardar a perda de água durante sete dias do armazenamento a 5 °C, além de reduzir a perda de massa.

Devido à curta vida de prateleira de algumas frutas e hortaliças, estas necessitam serem rapidamente resfriadas, como brócolis (BROSNAN & SUN, 2001) e a alface (CORTEZ et al., 2002). De acordo com GOLOB et al. (2002) o coeficiente de temperatura (Q_{10}) da respiração é reduzido por um fator de 2-4 nos produtos hortícolas. Como consequência da redução rápida da atividade metabólica, o produto reduz a perda de matéria seca e também a perda de água, promovendo acréscimo de longevidade.

Este experimento teve por objetivo avaliar a influência do hidrosfriamento e do armazenamento refrigerado na conservação pós-colheita de folhas de coentro cultivar ‘Português’.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área de pesquisa da horta da Universidade Federal de Viçosa, MG, latitude de 20° 45' sul e altitude de 651 m, utilizando plantas de coentro (*Coriandrum sativum*), variedade Português, com todos os manejos culturais recomendados à cultura até o ponto de colheita. A propagação foi por meio de semeadura direta com espaçamento de 25 cm entre linhas e 10 cm entre plantas. As de coentro foram colhidos, 45 dias após a semeadura, no período da manhã e imediatamente transportados ao laboratório.

As folhas foram selecionadas, retirando aquelas deterioradas, murchas ou amareladas, e arranjadas em maços de 20-25 gramas. Após, estes foram distribuídos nos seguintes tratamentos: T1= Controle: sem pré-resfriamento e sem refrigeração (armazenamento a 20°C e umidade relativa do ar 54%), T2= com pré-resfriamento por 10 minutos, por imersão na mistura de gelo moído e água (1:3 v/v) a 5°C e sem refrigeração, T3= sem pré-resfriamento e com armazenamento refrigerado (5°C e umidade relativa do ar 81%) e T4= com pré-resfriamento por 10 minutos, por imersão na mistura de gelo moído e água (1:3 v/v) a 5°C e com armazenamento refrigerado (5°C). Após a aplicação ou não do pré-resfriamento, os maços foram armazenadas a 5 ou 20°C em caixas de colheita de 25 x 48 cm envoltas por plástico de polietileno perfurado, com furos de 11 mm a espaçados a cada 10 cm.

Para a escolha do tempo de pré-resfriamento foram realizados testes com maços de coentro 'Português' submetidos aos diversos períodos de pré-resfriamento com a mistura a 5°C de gelo moído e água (1:3 v/v). Em seguida, determinou-se a temperatura dos maços em intervalo de 5 minutos, com uso de um termômetro infravermelho.

2.1. Perda de massa da matéria fresca

Durante o armazenamento, os maços foram pesados, inicialmente, de 6 em 6 horas até 48 horas após o tratamento e depois em intervalo de 24 horas . A

perda de massa fresca foi estimada em relação à massa da matéria fresca inicial dos maços antes dos tratamentos:

$PMF = [(MFI - MFF) \times 100]/MFI$, em que:

PMF = perda de massa da matéria fresca (%)

MFI = massa fresca inicial (g)

MFF = massa da matéria fresca final (g)

Os dados foram transformados em perda de massa acumulada (%).

2.2. Clorofila

A quantidade de clorofila das folhas foi estimada pelo método não destrutivo, utilizando-se o medidor portátil de clorofila SPAD-502 [Soil-Plant Analysis Development (SPAD) Section, Minolta].

Durante o armazenamento, a avaliação dos teores estimados de clorofila foi realizada em 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 72, 96 horas após o tratamento, sendo feitas 6 leituras em cada maço amostrado, às quais foram expressas em unidades SPAD.

2.3. Teor relativo de água

O teor relativo de água (TRA) das folhas foi mensurado logo após a colheita e em intervalos de 24 horas após a realização dos tratamentos, utilizando discos de 0,8 cm. O cálculo do TRA foi feito conforme descrito por CATSKY (1974), com a equação citada por WEATHERLEY (1950):

$TRA = ((F - W)/(T - W)) \times 100$, em que:

F = peso de massa da matéria fresca (g);

W = peso de massa seca (g) e

T = peso de massa túrgida (g)

2.4. Quantificação dos carboidratos

Para a quantificação dos açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e amido, 0,5g de folhas de coentro foram maceradas em etanol a 80%, seguida de centrifugação e três novas extrações, e o volume completado para 20 ml em balão volumétrico com etanol a 80%. O extrato alcoólico foi armazenado em geladeira, em vidros vedados com parafilme, visando a quantificação dos açúcares solúveis totais e açúcares redutores. O resíduo retido pela centrifugação foi seco, em estufa a 65°C, por 24 horas, e armazenado em dessecador, sendo posteriormente feita a determinação do amido. Para quantificação dos açúcares solúveis totais foi empregado o método fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). A determinação dos açúcares redutores foi realizada pelo método de Somogy-Nelson (NELSON, 1944). Os açúcares não redutores (ANR) foram estimados subtraindo-se o teor de açúcares redutores do teor de açúcares solúveis totais. A hidrólise de amido foi feita mediante técnica descrita por McCREADY et al. (1950), sendo a determinação da concentração efetuada seguindo o mesmo procedimento para quantificar o teor de açúcares solúveis totais, com o resultado final multiplicado por 0,9.

2.5. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para as análises de perda de massa da matéria fresca, teor relativo de água e clorofila (sendo que cada repetição era constituída da média de seis leituras em cada maçõ) e três repetições para análise de carboidratos. A unidade experimental constitui-se de um maçõ de coentro. A perda de massa da matéria fresca, ao longo do tempo, foi avaliada segundo o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas os tempos de armazenamento no delineamento inteiramente casualizado. O teor de clorofila, teor relativo de água e teor de carboidratos foram submetidas à análise de

regressão, sendo o modelo escolhido de acordo com coeficiente de determinação e o fenômeno biológico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Tempo de pré-resfriamento

Quando as folhas de coentro foram imersas na mistura de gelo moído e água (1:3 v/v) a 5 °C houve rápida redução da temperatura das mesmas. Em apenas 10 minutos de imersão a temperatura dos maços declinaram 65,8% °C. Após este tempo, ocorreu à estabilização da temperatura, indicando que o período apropriado de pré-resfriamento, logo após a colheita, seria de apenas 10 minutos (Figura 1). CORTEZ et al. (2002) citam que os tempos típicos de resfriamento com água gelada são de 10 minutos a 1 hora, dependendo da dimensão do produto, o que corrobora com o tempo encontrado para os maços de coentro.

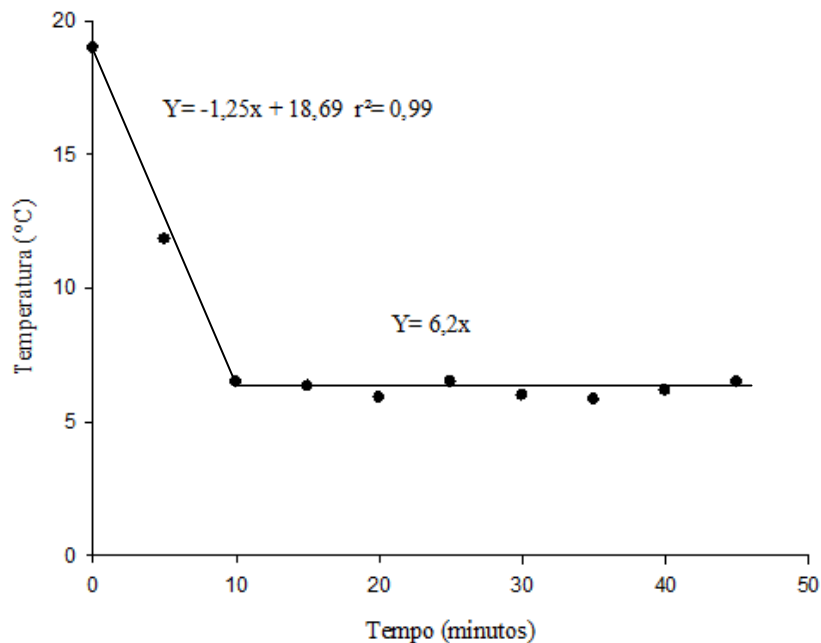


Figura 1 – Valores médios das temperaturas dos maços de coentro ‘Português’ em função do tempo de pré-resfriamento. Viçosa – Minas Gerais, 2011.

A taxa de resfriamento do produto esta relacionada aos vários fatores, como a transferência de calor, a diferença de temperatura entre o produto e o

meio de resfriamento, as características térmicas, o tamanho e a forma do produto, bem como a relação superfície/volume e natureza do meio de resfriamento (WILLS et al., 1998).

3.2. Análise visual e vida de prateleira

O uso do hidrosfriamento influenciou positivamente na manutenção da turgescência das folhas de coentro. Entretanto, verificou-se que, independentemente se os maços foram armazenados na temperatura de 20 ou 5°C, após o pré-resfriamento, ocorreu o amarelecimento das folhas.

A vida de prateleira promovida pelos T2, T3 e T4 foi, respectivamente, 50, 100 e 100% superior aos maços do controle. A causa que levou ao descarte dos maços submetidos ao hidrosfriamento (T2 e T4) foi o amarelecimento das folhas, enquanto que os tratamentos sem hidrosfriamento (T1 e T3) foi o murchamento das folhas (Figura 2).



Figura 2- Aparência dos maços sem hidroresfriamento e mantidos em temperatura 20°C (T1-controle), submetidos ao hidroresfriamento e armazenadas a 20°C (T2), sem hidroresfriamento armazenadas a 5°C (T3), hidroresfriadas e armazenadas a 5°C (T4). Entre () o tempo após o armazenamento, Viçosa – Minas Gerais, 2011.

3.3. Perda de massa da matéria fresca

Houve interação significativa entre o tempo de armazenamento e os tratamentos, em que os maços de coentro foram submetidos. Para a testemunha, a perda de massa fresca se deu de forma rápida, acarretando em murchamento das folhas e descarte dos maços, 48 horas após o armazenamento em temperatura ambiente (20°C).

De acordo com FINGER e VIEIRA (1997), a temperatura e a umidade relativa do ar são fatores determinantes no controle da perda de água em frutas e hortaliças após a colheita. A redução da temperatura aumenta a conservação pós-colheita por diminuir a diferença de pressão de vapor entre a planta e o meio, reduzindo a perda de água (WILLS et al., 1981). No condicionamento do coentro, à baixa temperatura (5°C) e maior umidade relativa do ar (80%), observou o retardamento da perda de massa da matéria fresca, ao longo de todo o armazenamento. Enquanto que, a perda de massa da matéria fresca, 48h após o armazenamento, foi de apenas 11,27% para os maços do tratamento 3, nos outros tratamentos esta foi superior a 20% (Tabela 1).

Nos maços de coentro armazenados a 20°C a taxa da perda de massa por hora, foi de 0,22 e 0,37%, nos maços sem hidrosfriamento e hidrosfriados, respectivamente. Para os maços armazenados 5°C a perda de massa foi de 0,64 e 0,49%, para o tratamento sem hidrosfriamento e hidrosfriado, respectivamente (Figura 3). Apesar dos dados mostrarem que os maços mantidos a 5°C tiveram menor perda de massa fresca que os pré-resfriados e mantidos a 5°C, visualmente este último tratamento proporcionou maior tempo de turgescência das folhas. Esse fato pode ser explicado pela retenção inicial de água nas folhas pela aplicação do hidrosfriamento. FRANÇA (2011) observou em alface da variedade 'Lucy Brown', submetida aos mesmos tratamentos, a mesma tendência de perda de massa fresca observada no coentro 'Português'. Diferentemente, GALVÃO et al. (2008) notou que o uso do pré-resfriamento com gelo picado, em brócolis retardou a perda de massa, em 34.6%, nas primeiras 24 horas de armazenamento a 5°C. O uso do gelo pode ter anulado a retenção inicial de água, após o pré-resfriamento, em brócolis, não

causando uma sobre estimativa da perda de massa, como ocorreu em folhas de alface e de coentro.

Tabela 1- Valores médios da perda de massa da matéria fresca acumulada (%) em folhas de coentro submetidas ao hidrosfriamento (HR) seguido de armazenamento a 5 ou 20 °C por até 2 dias (48 horas). Viçosa- Minas Gerais, 2011.

Tempo de armazenamento (horas)	Tratamentos*			
	Armazenamento a 20 °C		Armazenamento a 5 °C	
	s/ HR	c/HR	s/ HR	c/ HR
0	0 a	0 a	0 a	0 a
6	6,98 a	8,81 a	2,96 b	7,93 a
12	9,68 a	11,00 a	4,47 b	10,42 a
18	12,99 a	12,85 a	5,74 a	12,22 a
24	16,08 a	15,19 a	7,09 b	13,55 a
30	19,5 a	16,66 ab	8,54 c	15,38 b
36	24,55 a	20,58 b	9,71 d	16,91 c
42	26,19 a	21,89 b	10,79 d	18,34 c
48	28,74 a	24,90 b	11,27 d	20,08 c

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com FINGER e VIEIRA (1997), a temperatura e a umidade relativa do ar são fatores determinantes no controle da perda de água em frutas e hortaliças após a colheita. A redução da temperatura aumenta a conservação pós-colheita por diminuir a diferença de pressão de vapor entre a planta e o meio, reduzindo a perda de água (WILLS et al., 1981). Em coentro a maior umidade relativa (80%) associada à baixa temperatura (5°C) retardou a perda massa ao longo do armazenamento.

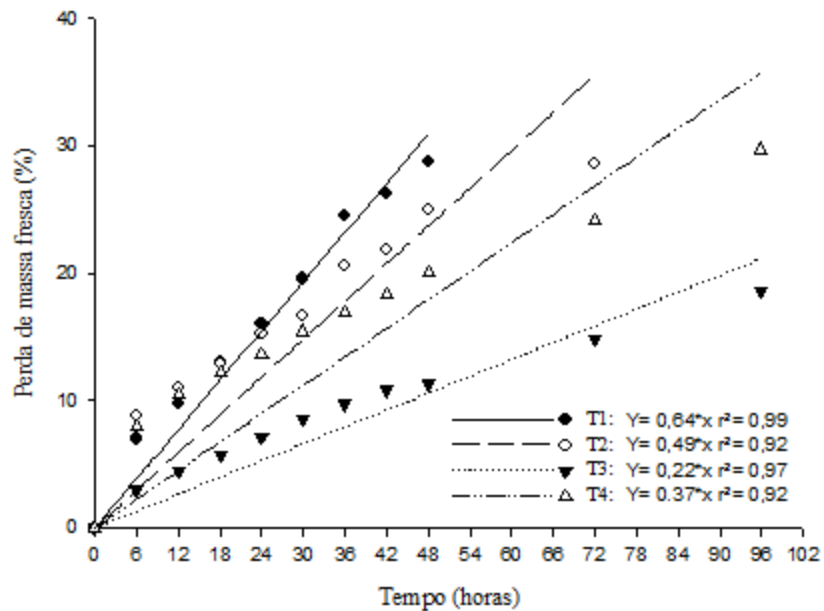


Figura 3- Estimativa da perda de massa acumulada (%) de coentro em função do tempo (TE) por até 96 horas armazenadas a 20°C sem e com hidroresfriamento (T1 e T2 respectivamente), e armazenadas a 5°C sem e com hidroresfriamento (T3 e T4 respectivamente). Viçosa – Minas Gerais, 2011. *Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

3.4. Clorofila

Independentemente se os maços foram armazenados a 20°C e ou a 5°C, sem hidroresfriamento, não ocorreram alterações significativas no teor de clorofila durante a vida de prateleira. Nestes tratamentos, a média do índice de clorofila foi de 32,8 e 31,6 unidades SPAD, para o tratamento 1 e 3, respectivamente (Figura 4).

Para os maços que foram pré-resfriados, no final do armazenamento, houve queda no nível de clorofila as 72 e 96 horas após o tratamento das folhas, armazenadas em condições ambientes e a 5°C, respectivamente. O teor de clorofila das folhas reduziu em 18% no tratamento 2 e de 19,8% unidades SPAD no tratamento 4, ocasionando o descarte dos maços devido ao amarelecimento

das folhas (Figura 4). Portanto, sugere-se que o hidrosfriamento em folhas de coentro ocasiona degradação de clorofila. No entanto, ÁLVARES et al. (2007) verificaram que o uso do pré-resfriamento seguido do armazenamento a 5°C de folhas de salsa, hortaliça da mesma família do coentro, não promoveu efeito sobre a degradação de clorofila. Similarmente, FRANÇA (2011) observou que em alface da variedade ‘Vitória de Santo Antão’, o pré-resfriamento, independentemente se é seguido do armazenamento refrigerado ou não, não influenciou na coloração verde das folhas. Em folhas de coentro ocorreu o amarelecimento das folhas, o qual pode estar relacionado à intolerância do coentro a baixa temperatura, ocasionada pelo rápido resfriamento, durante o hidrosfriamento, diferentemente da alface e salsa que são espécies tolerantes. A razão, porque em coentro há redução da clorofila, deverá ser analisado no futuro.

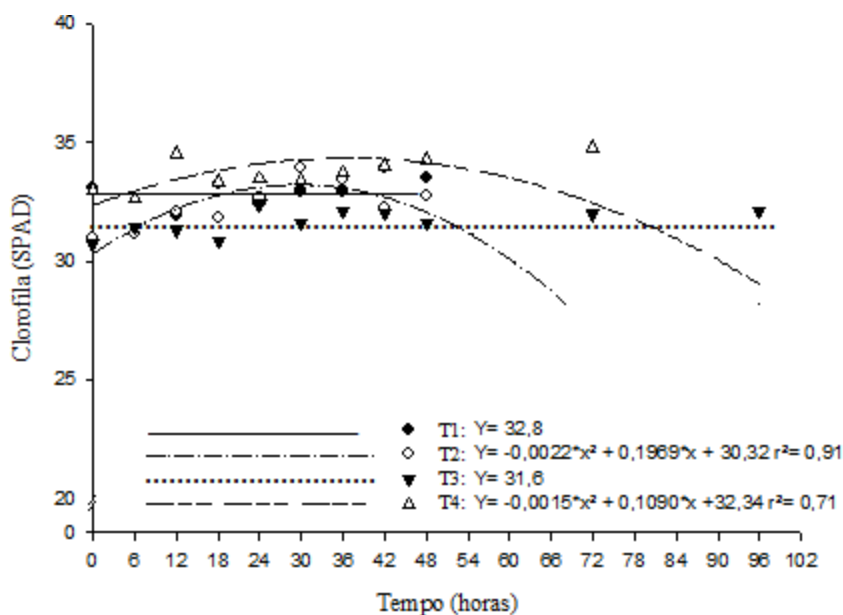


Figura 4- Estimativa do teor de clorofila (unidades SPAD) de folhas de coentro ‘português’ em função do tempo por até 96 horas armazenadas a 20 °C sem e com hidrosfriamento (T1 e T2 respectivamente), e armazenadas a 5 °C sem e com hidrosfriamento (T3 e T4 respectivamente). Viçosa – Minas Gerais, 2011.
*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Segundo LIPTON (1987), o amarelecimento é o mais comum e mais conhecido sintoma de senescência de hortaliças verdes folhosas. De acordo com esse mesmo autor, a taxa de perda de clorofila em folhas pode ser influenciada por vários hormônios, além de estresse hídrico, luz, temperatura, cultivar e atmosfera modificada.

3.5. Teor relativo de água

O teor relativo médio de água, nos tratamentos, em que se observou murcha das folhas de coentro foi de 85%. Nas folhas controle houve rápida perda de água, sendo que no segundo dia após a colheita, com teor relativo de água de 84,9%, as folhas apresentaram-se totalmente murchas (Figura 5). O murchamento e o enrugamento de frutas e hortaliças são sintomas iniciais da excessiva perda de água, ao qual essa perda pode acelerar a deterioração pelo aumento da taxa de algumas reações de origem predominantemente catabólicas (FINGER & VIEIRA, 1997).

O armazenamento do coentro em baixa temperatura retardou a perda de água, devido redução do gradiente de vapor de água. Em que as folhas, não hidroresfriadas, apresentaram-se murchas somente 96 horas após armazenamento a 5°C, com valores de teor relativo de água próximo ao controle (84,7%), quando estes foram descartados.

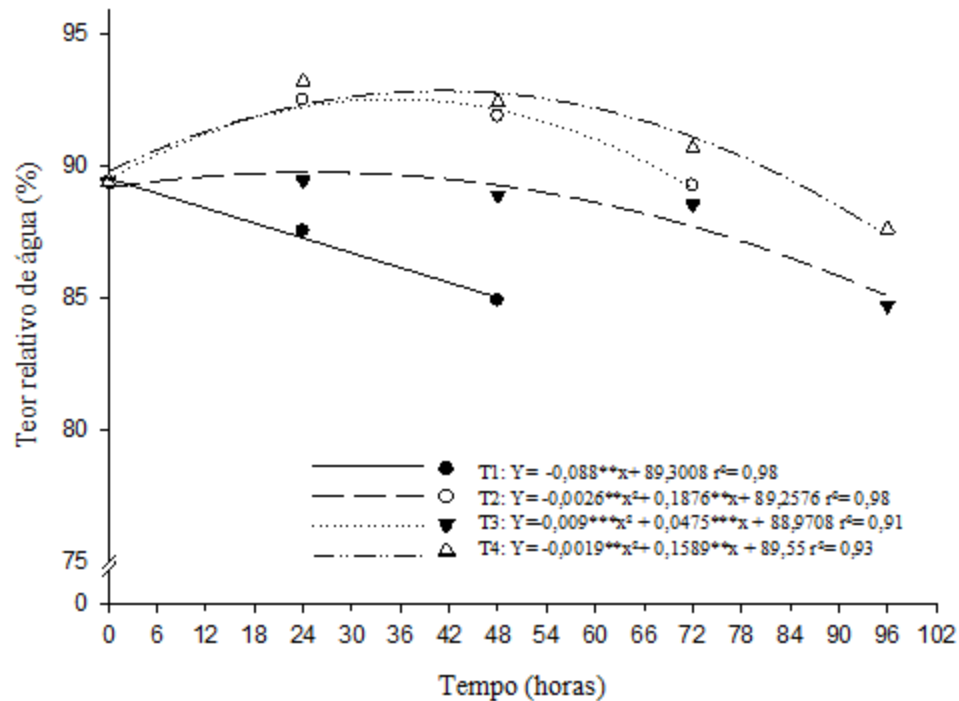


Figura 5- Estimativa do teor relativo de água (%) de folhas de coentro ‘português’ em função do tempo por até 96 horas armazenadas a 20 °C sem e com hidrosfriamento (T1 e T2, respectivamente), e armazenadas a 5 °C sem e com hidrosfriamento (T3 e T4, respectivamente). Viçosa – Minas Gerais, 2011. **Significativo a 5% de probabilidade. ***Significativo a 10% de probabilidade.

Nos maços pré-resfriados com água gelada observou-se que absorção de água, proporcionando acréscimo de aproximadamente 4% no teor relativo de água das folhas (Figura 5). O hidrosfriamento permitiu a manutenção da turgescência durante os 3 e 4 dias de longevidade dos maços, a 20°C e a 5°C, respectivamente. Após 72 horas da imersão dos maços em água gelada, o teor relativo de água reduziu para 88,6 % quando armazenados em temperatura ambiente e 90,7 % quando armazenados a 5°C, valores estes próximo ao TRA logo após a colheita (Figura 5). No entanto, mesmo permanecendo hidratados, nesses tratamentos não houve aumento da vida de prateleira devido à ocorrência da degradação da clorofila. O uso do pré-resfriamento, com água gelada, retardou a perda de água por permitir a absorção da água durante a imersão e também por diminuir o gradiente de pressão de vapor entre o produto e o meio

circundante. Todavia, o hidrosfriamento acelerou o processo de degradação de clorofila.

3.6. Teor de carboidratos

As hortaliças folhosas são órgãos que não armazenam quantidade expressiva de carboidratos e a falta de reserva energética reduz o potencial de armazenamento (FINGER & VIEIRA, 1997).

Tabela 2- Estimativa do teor de amido, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e açúcares não redutores (%) de folhas de coentro ‘português’ em função do tempo por até 96 horas armazenadas a 20°C sem e com hidrosfriamento (T1 e T2, respectivamente), e armazenadas a 5°C sem e com hidrosfriamento (T3 e T4, respectivamente). Viçosa – Minas Gerais, 2011.
*Significativo a 1%, **significativo a 5% de probabilidade.

	Amido	Açúcares solúveis totais
T1	Y= 1,2949	Y= 0,7667 + 0,0277*t r ² = 0,54
T2	Y= 1,1316	Y= 1,1646
T3	Y= 1,0313	Y= 1,9794
T4	Y= 1,2587	Y= 1,1602 + 0,0192*t r ² = 0,60
	Açúcares redutores	Açúcares não redutores
T1	Y= 0,2370	Y= 0,5361 + 0,0274*t r ² = 0,55
T2	Y= 0,1942 + 0,0036**t – 0,0001**t ² r ² = 0,78	Y= 0,9526
T3	Y= 0,2352	Y= 1,7214
T4	Y= 0,2361	Y= 0,9267+ 0,0185*t r ² = 0,58

Independentemente do tratamento que as folhas de coentro foram submetidas não houve variação do teor de amido ao longo do tempo de armazenamento. Os maiores teores de amido (1,29% de amido) foram observados nos maços sem hidrosfriamento e armazenados a 20°C (T1), enquanto que os hidrosfriados e armazenados a 5°C (T4) apresentaram menores teores de amido (1,03% de amido) (Tabela 2).

Ao longo do armazenamento observou-se que os teores de açúcares solúveis totais nos tratamentos 1 e 4 foram influenciados pelo tempo, ocorrendo aumento em ambos os tratamentos. Este acréscimo dos açúcares solúveis totais está relacionado com o aumento do teor de açúcares não redutores ao longo do tempo. Enquanto que para os tratamentos 2 e 3 não houve variação dos teores de açúcares totais e não redutores ao longo do armazenamento. A média de açúcares solúveis totais foi de 1,16 e 1,97 %, respectivamente para os T2 e T3. No caso dos açúcares não redutores a média foi de 0,95 e 1,72% (Tabela 2).

Independentemente do tratamento que as folhas de coentro foram submetidas não houve variação do teor de amido ao longo do tempo de armazenamento. Os maiores teores de amido (1,29% de amido) foram observados nos maços sem hidrosfriamento e armazenados a 20°C (T1), enquanto que os hidrosfriados e armazenados a 5°C (T4) apresentaram menores teores de amido (1,03% de amido) (Tabela 2).

4. CONCLUSÕES

- ✓ O tratamento mais indicado para conservação pós-colheita de maços de coentro é o armazenamento a 5°C após a colheita sem pré-resfriamento.
- ✓ O hidrosfriamento provocou o amarelecimento prematuro das folhas de coentro, armazenadas a 5°C.
- ✓ O hidrosfriamento aumentou em 24 horas a vida pós-colheita de folhas de coentro, armazenadas a 20°C, em relação ao controle sem pré-resfriamento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, V.S.; FINGER, F. L.; SANTOS, R. C. A.; SILVA, J. R.; CASALI, V.W.D. Effect of pre-cooling on the postharvest of parsley leaves **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.5 (2), p. 31-34, 2007.

BECKER, B. R.; FRICKE, B. A. Hydrocooling time estimation methods. **International Communications in Heat and Mass Transfer**, v. 29, n. 2, p.165-174, 2002.

BRACKMANN, A.; CERETTA, M.; WACLAWOVSKY, A.J. Pré-resfriamento e tratamento póscolheita de pêssegos cv. Chiripá frigoconservados. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6, n.1, p.27-29, 2000.

BROSNAN, T.; SUN, DA-WEN. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, p. 154-170, 2001.

CATSKY, J. Water content. In: SLAVIK, B. **Methods of studying plant water relations**. Berlim: Springer – Verlag, 1974. p. 121-131.

CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; NEVES FILHO, L. C.; MORETTI, C. L. **Importância do resfriamento para frutas e hortaliças no Brasil**. In: Cortez, L. A. B. et al. (ed.) Resfriamento de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças. p. 18-35, 2002.

DELGADO A.E.; SUN D.W. Heat and mass transfer models for predicting freezing process e a review. **Journal of Food Engineering**, v. 47, p.157e174, 2001.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytic Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 1997. 29p. (Caderno didático, 19).

FRANÇA, C. F. M. **Conservação e qualidade póscolheita em duas variedades de alface submetidas ao hidroresfriamento**. 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

GALVÃO, H. L.; FINGER, F.L.; PUIATTI, M.; CORRÊA, P.C.; OLIVEIRA, L.S. Efeito do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a conservação pós-

colheita de brócolis. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 33, p. 101-106, 2008.

GOLOB P.; FARRELL G.; ORCHARD J.E. **Postharvest science and technology, principles and practices** , vol. 1, Blackwell Science, p.554, 2002.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Washington: U.S. Department Agriculture, 1986. 130p. (Handbook, 66).

HENRY; F.E.; BENNETT, A.H. Hydrocooling Vegetable Products in Unit Loads. **ASAE Transactions**, v. 16, p. 731-733, 1973.

KALBASI-ASHTARI, A. Effects of post-harvest pre-cooling processes and cyclical heat treatment on the physico-chemical properties of “Red Haven Peaches” and “Shahmavch Pears” during cold storage. **Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development**, Florida, v.6, July, 2004.

LIPTON, W. J. Senescence of leafy vegetables. **HortScience**, v. 22, n. 5, pg.854-859, 1987.

McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; et al. Determination of starch and amylase in vegetables. **Analytic Chemistry**, v. 22, p. 1156-1158, 1950.

MENOLLI, L. N. **Atuação das enzimas oxidativas em raízes de batata baroa (Arracacia xanthorrhiza Bancroft) submetidas à injúria por frio**. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

NELSON, N. A photometric adaptation of Somogyi method for determination of glucose. **Journal Biology Chemistry**, v.135, p.136-75, 1944.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; NEVES, L. Estudo comparativo do resfriamento de laranja Valência em três sistemas de resfriamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, p. 481-486, 2002.

VIGNEAULT, C.; CORTEZ, L. A. B. **Método de resfriamento rápido com gelo**. In: Cortez, L. A. B. et al. (Eds.) Resfriamento de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças. p. 284-310, 2002.

WANG, C.Y. Chilling injury of tropical horticultural commodities. **HortScience**, Alexandria, v.29, n.9, p.986-988, 1994.

WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relation of cotton plant. In: The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytology**, v.49, n.1, p.81-97, 1950.

WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W. B.; HALL, E. G. **Postharvest**. Westport: AVI, p.163, 1981.

WILLS, R.; McGLASSOM, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4, ed. New York: CAB International, 1998.

CAPÍTULO 2 – EFEITO DA REHIDRATAÇÃO NA VIDA DE PRATELEIRA DE FOLHAS DE COENTRO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da rehidratação, em diferentes tempos de rehidratação e perda de massa fresca antes da rehidratação, na conservação pós-colheita de folhas de coentro. O efeito da duração da hidratação com a água a 25 °C foi analisado em maços de 25-30 gramas colocados em duas temperaturas de armazenamento. Na primeira, 5 °C, os maços foram divididos em três lotes, no primeiro os maços foram pesados e submetidos aos tratamentos: T1 = controle (sem hidratação); T2 = hidratação por 3 horas logo após a colheita; T3 = rehidratação por 6 horas logo após a colheita; T4 = hidratação por 9 horas logo após a colheita. Após a aplicação dos tratamentos, os maços foram armazenados em câmara a 5°C. No segundo lote, os maços foram pesados, armazenados a 5°C e 50% UR por 1 hora até a perda de 5% de massa em relação ao seu peso inicial, e então submetidos aos tratamentos: T5 = rehidratação por 3 horas; T6 = rehidratação por 6 horas; T7 = rehidratação por 9 horas. Após a aplicação dos tratamentos, os maços foram armazenados em câmara a 5°C e 80% de umidade relativa do ar. No terceiro lote, os maços foram pesados, armazenados a 5°C e 50% UR, por 3 horas até a perda de 10% de massa e então submetidos aos tratamentos: T8 = rehidratação por 3 horas; T9 = rehidratação por 6 horas; T10 = rehidratação por 9 horas. Logo depois, os maços foram armazenados em câmara a 5°C. A hidratação foi realizada por meio da imersão das folhas em água a 25°C. Na segunda temperatura de armazenamento, 25°C, outros maços foram submetidos aos mesmos tratamentos. A perda de massa de 5 e 10% antes da hidratação (tratamentos T5 a T10) foi obtida pelo armazenamento dos maços a 25°C e 54% UR por 1 hora e 3 horas, respectivamente. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Observou-se que

independentemente do tempo de imersão, a rehidratação em água a 25°C não foi efetiva em aumentar a vida de prateleira dos maços de coentro que foram armazenados a 25°C. Além disso, esta prática pós-colheita acarretou danos como manchas necróticas nas folhas, perda da coloração verde e apodrecimento dos tecidos, na maioria dos tratamentos. Para o armazenamento a 5°C a hidratação por 3 horas após a colheita aumentou em um dia a vida de prateleira de maços de coentro em relação à testemunha. Nesta temperatura também ocorreu aparecimento de manchas necróticas, nos maços submetidos aos tratamentos 4, 7, 9 e 10. Portanto a hidratação, por 3 horas após a colheita, de maços de coentro pode ser utilizado para aumentar a longevidade dos mesmos, se for seguida do armazenamento a 5°C.

1. INTRODUÇÃO

O processo de senescência de folhosas ocorre principalmente devido ao déficit hídrico proveniente da rápida perda de água (WILLS et al., 1981), o qual pode acelerar a degradação do produto, pelo aumento de reações catabólicas (FINGER & VIEIRA, 1997), relacionadas às diversas enzimas catalíticas, como as clorofilases, provocando o amarelecimento das folhas.

A perda de água pode ser reduzida utilizando-se o armazenamento refrigerado, pois a redução da temperatura diminui a diferença de pressão de vapor entre a planta e o meio (WILLS et al., 1981). Embora a temperatura seja um importante fator para a preservação da qualidade, outras considerações sobre a armazenagem pós-colheita devem ser controladas, como a umidade relativa e a capacidade de dessecação do ar circundante. Segundo GAMA et al. (1991), a umidade relativa deve ser controlada durante o transporte e armazenamento, para reduzir a perda de turgescência (murchamento) e as alterações na textura, as quais acarretam a rejeição do produto.

Muitas práticas como o pré-resfriamento, uso de embalagem e rehidratação, associadas ou não com a refrigeração, podem contribuir para redução da perda de massa fresca de hortaliças, após a colheita. A perda de água pela transpiração, que ocorre entre período da colheita até o local de venda ou armazenamento, pode ser recuperada, em algumas hortaliças, por meio da rehidratação. SHIBAIRO & UPADHYAYA (1998) abordam que a rehidratação deve ser utilizada para a conservação pós-colheita de cenoura, uma vez que proporciona a reposição da água que foi perdida antes da hidratação e assim prolonga a vida de prateleira desta hortaliça. Além disso, ÁLVARES (2006) verificou que a hidratação promoveu a maior turgescência e longevidade de folhas de salsinha.

Diante dos resultados positivos encontrados para salsinha e cenoura, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da imersão em água a 25 °C, em diferentes tempos de imersão e perda de massa fresca antes da rehidratação, sobre a vida de prateleira de folhas de coentro ‘Português’.

2. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido na área de pesquisa da horta da Universidade Federal de Viçosa, MG, latitude de 20° 45' sul e altitude de 651 m, utilizando plantas de coentro (*Coriandrum sativum*), variedade 'Português'. No cultivo, a campo, foram realizados todos os manejos culturais recomendados à cultura até o ponto de colheita. A propagação foi por meio de semeadura direta com espaçamento de 25 cm entre linhas e 10 cm entre plantas. As folhas de coentro foram colhidas no período da manhã e imediatamente transportadas ao laboratório de Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, para serem submetidos aos tratamentos.

As folhas foram selecionadas, sendo retiradas as folhas deterioradas, murchas ou amareladas, e arranjadas em maços de 25-30 gramas.

2.1. Duração da rehidratação com água a 25 °C e armazenamento a 5°C e temperatura ambiente.

O efeito da duração da hidratação com a água a 25 °C foi analisado em maços colocados em duas temperaturas de armazenamento. No armazenamento a 5°C e a 80% de umidade relativa, os maços foram divididos em três lotes, no primeiro os maços foram pesados e submetidos aos tratamentos: T1 = controle (sem hidratação); T2 = hidratação por 3 horas logo após a colheita; T3 = hidratação por 6 horas logo após a colheita; T4 = hidratação por 9 horas logo após a colheita. No segundo lote, os maços foram pesados, armazenados a 5°C e 50% UR, por 1 hora, até a perda de 5% de massa em relação ao seu peso inicial e, então, submetidos aos tratamentos: T5 = hidratação por 3 horas; T6 = hidratação por 6 horas; T7 = hidratação por 9 horas. No terceiro lote, os maços foram pesados, armazenados a 5°C e 50% UR, por 3 horas, até a perda de 10% de massa e então submetidos aos tratamentos: T8 = hidratação por 3 horas; T9 = hidratação por 6 horas; T10 = hidratação por 9 horas. A hidratação foi realizada por meio da imersão das folhas em água a 25°C, de acordo com a metodologia

de SHIBAIRO & UPADHYAYA (1998). Após a aplicação ou não da hidratação, os maços foram armazenadas em caixas de colheita de 25 x 48 cm envoltas por plástico de polietileno perfurado, com furos de 11 mm a espaçados a cada 10 cm, para se evitar a perda de água excessiva.

No segundo tratamento de armazenamento, 25 °C, os maços foram submetidos aos mesmos tratamentos anteriores, mas armazenados a 25 °C. A perda de massa de 5 e 10% antes da hidratação (tratamentos T5 a T10) foi obtida pelo armazenamento dos maços a 25 °C por 1 hora e 3 horas, respectivamente.

O tempo necessário no transporte das folhas do campo até o laboratório, seleção, corte das folhas, confecção dos maços e aplicação dos tratamentos foi de duas horas. Dessa forma, o tempo zero das variáveis analisadas foi em torno de duas horas após a colheita. O experimento foi analisado até o final do período comercial das folhas, sendo variável entre os tratamentos. A longevidade das folhas de coentro foi considerada como o período (número de horas) entre o feitiço do maço até que o produto permaneceu aceitável, para facilitar, usou-se horas após a colheita. O descarte foi realizado quando os 50% dos maços apresentaram amarelecimento, podridão, murchamento ou manchas marrons escuras nas folhas.

A umidade relativa foi avaliada ao longo dos experimentos, sendo a média 80% no armazenamento a 5°C e 54% no armazenamento a 25°C.

2.2. Vida de prateleira

O descarte dos maços de coentro foi realizado quando mais de 50%, dos mesmos, apresentaram amarelecimento, murchamento, podridão ou manchas escuras.

2.3. Avaliação da absorção total, taxa de absorção e perda de massa

Foram calculadas a taxa de absorção e a absorção total de água pelas folhas durante a hidratação de acordo com as equações pré-estabelecidas:

$$AT = \frac{(MD-MA) \times 100}{MA} \quad \text{e} \quad TA = \frac{AT}{n}, \text{ onde:}$$

AT = absorção total de água pelas folhas durante a hidratação (%);

MD = massa das folhas depois da hidratação (g);

MA = massa das folhas antes da hidratação (g);

TA = taxa de absorção das folhas (% / h);

n = período de hidratação (3, 6, ou 9 horas, dependendo do tratamento).

A perda de massa fresca por hora das folhas após a hidratação foi calculada de acordo com a equação:

$$PMF/h = \left[\frac{(MFI - MFF) \times 100}{MFI} / H \right], \text{ onde:}$$

PMF/H = perda de massa fresca por hora (%/hora);

MFI = massa fresca inicial antes do armazenamento (g);

MFF = massa fresca no final do armazenamento (g).

H = número de horas pós-colheita

2.4. Clorofila

Em todos os experimentos, a quantidade de clorofila das folhas foi estimada pelo método não destrutivo, utilizando-se o medidor portátil de clorofila SPAD- 502 [Soil-Plant Analysis Development (SPAD) Section, Minolta], sendo feitas nove leituras (três por ramo) em cada maço, as quais foram expressas em unidades SPAD. As análises de clorofila foram feitas no tempo zero (logo após a colheita) e, depois, em intervalos de 24 horas.

2.5. Teor relativo de água

A dinâmica da perda de água foi quantificada, em cada experimento, nos mesmos períodos da estimativa do teor de clorofila, pela variação do teor

relativo de água (TRA) descrito por CATSKY (1974), com o emprego da equação citada por WEATHERLEY (1950).

2.6. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. A unidade experimental constitui-se de um maço de coentro. As médias dos tratamentos foram comparadas segundo o critério do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Armazenamento a 5 °C

3.1.1. Análise visual

Ao longo do armazenamento refrigerado (5°C), os maços de coentro permaneceram verdes, tanto os hidratados como os não hidratados.



Figura 1- Aparência dos maços de coentro submetidos aos seguintes tratamentos: T1- sem hidratação (controle), T2- hidratação por 3 horas logo após a colheita, T4- hidratação por 9 horas logo após a colheita, T7- hidratação por 9h após 5% de PMF, T9- hidratação por 6h após 10% de PMF e T10- hidratação por 9h após 10% de PMF. Todos armazenados a 5 °C. As fotos foram tiradas 72 horas após a colheita para os tratamentos 1, 2, 4, 7 e 36 horas para T9 e T10.

Além disso, observou-se que independentemente se a hidratação, pelo período de 9 horas, foi feita logo após a colheita (T4) ou depois da perda de 5 (T7) ou 10% (T10) de massa fresca à 5°C, houve o aparecimento de manchas escuras em algumas folhas. No entanto, para hidratação por um período de 6 horas estas manchas foram observadas somente quando o tratamento foi feito após 10% PMF a temperatura de 5°C (Figura 1). Essas manchas necróticas apareceram logo após a hidratação para os T9 e T10, porém nos T4 e T7 ocorreu ao longo do armazenamento a 5°C.

Com exceção dos tratamentos citados anteriormente, o descarte dos demais maços de coentro ocorreu devido ao murchamento. Nesses tratamentos 1, 3, 5, 6 e 8 apresentaram-se murchos 72 horas após a colheita, enquanto que nos maços do tratamento 2 após 96 horas (Tabela 1). O murchamento de produtos frescos ocorre devido à interrupção, após a colheita, do suprimento de água aos tecidos, que continuam transpirando (FINGER & VIEIRA, 1997).

Tabela 1- Deterioração pós-colheita dos maços de coentro reidratados, a diferentes tempos, armazenados a 5 °C.

<u>Tratamento</u>	<u>Deterioração pós-colheita</u>	<u>Vida de prateleira (horas)</u>
T1	Murcha	72
T2	Murcha	96
T3	Murcha	72
T4	Manchas escuras nas folhas e murcha	72
T5	Murcha	72
T6	Murcha	72
T7	Manchas escuras nas folhas	72
T8	Murcha	72
T9	Manchas escuras nas folhas	36
T10	Manchas escuras nas folhas	36

T1- sem hidratação (controle), T2- hidratação por 3 horas logo após a colheita, T3- hidratação por 6h logo após a colheita, T4- hidratação por 9horas logo após a colheita, T5- hidratação por 3h após 5% de perda de massa fresca (PMF), T6- hidratação por 6h após 5% de PMF, T7- hidratação por 9h após 5% de PMF, T8- hidratação por 3h após 10% de PMF, T9- hidratação por 6h após 10% de PMF e T10- hidratação por 9h após 10% de PMF.

Verificou-se também que o armazenamento refrigerado (5°C) possibilitou a manutenção do aspecto turgido dos maços hidratados por 3 horas, logo após a colheita, por até 72 horas após a colheita, enquanto que o controle (sem hidratação) e os outros tratamentos, exceto o T7, já se apresentavam murchos (Tabela 1).

3.1.2. Avaliação da absorção total, taxa de absorção e perda de massa

Constatou-se, que independentemente se a hidratação foi feita logo após a colheita ou após a perda de 5% e 10% da massa fresca não houve diferença significativa na quantidade de água total absorvida (Tabela 2). Isso indica que os maços conseguem recuperar a água perdida através da hidratação, mesmo que ocorra prolongamento entre o tempo de colheita e da hidratação. Além disso, constatou-se que o tempo de hidratação não influenciou na absorção total de água pelos maços de coentro (Tabela 2). Resultados diferentes foram encontrados em folhas de salsa, onde o aumento do tempo de rehidratação proporcionou incremento na quantidade de água absorvida (ÁLVARES, 2006). SHIBAIRO & UPADHYAYA (1998) também observaram este efeito de ganho de massa com o uso da hidratação em cenouras, porém este ganho foi maior com o aumento do período de hidratação.

Em relação à taxa de absorção de água, mesmo que os tratamentos de 6 e 9 horas de imersão em água tenham provocado diferentes níveis de perda de massa fresca (PMF) antes da realização da hidratação, este fator não influenciou na taxa de absorção de água. No tempo de 3 horas observou maiores taxas de absorção para a imersão logo após a colheita e após 10% PMF, com uma taxa de 4,64 e 3,62%/hora, respectivamente.

Apesar de ter ocorrido absorção de água, pelos maços, durante a rehidratação, a maioria dos tratamentos não diferiram da testemunha (T1) quanto à perda de massa fresca por hora (Tabela 2).

No coentro que foi submetido à hidratação por 9 horas após 10% de perda de massa fresca (T10) constatou-se que este entre todos os tratamentos, inclusive o controle, ocorreu a maior taxa de perda de massa fresca por hora. Enquanto que no controle a perda foi de 0,27%/hora a perda do T10 foi de 0,39%/hora. Essa maior taxa de perda de massa fresca pode ter ocorrido devido ao dano causado nas folhas, pelo longo período de hidratação (Tabela 2). Em cenoura, SHIBAIRO & UPADHYAYA(1998) verificaram que a taxa de perda de umidade durante o armazenamento subsequente não foi influenciada pela duração da hidratação.

Tabela 2 - Valores médios da absorção total e taxa de absorção durante a hidratação em água à 25°C e a taxa média de perda de massa de folhas frescas de coentro armazenadas a 5°C, nos respectivos tratamentos¹.

<u>Tratamentos</u>	<u>Absorção total</u> (%)	<u>Taxa de absorção</u> (% / h)	<u>Perda massa/ hora</u> (% / h)
T1			0,27 B
T2	13,93 A	4,64 A	0,19 BC
T3	10,50 A	1,75 CD	0,27 B
T4	10,48 A	1,16 D	0,27 B
T5	8,82 A	2,94 BC	0,17 C
T6	12,79 A	2,13 CD	0,21 BC
T7	13,92 A	1,55 CD	0,24 BC
T8	10,87 A	3,62 AB	0,20 BC
T9	9,61 A	1,60 CD	0,15 C
T10	10,80 A	1,20 D	0,39 A

¹T1- sem hidratação (controle), T2- hidratação por 3 horas logo após a colheita, T3- hidratação por 6h logo após a colheita, T4- hidratação por 9horas logo após a colheita, T5- hidratação por 3h após 5% de perda de massa fresca (PMF), T6- hidratação por 6h após 5% de PMF, T7- hidratação por 9h após 5% de PMF, T8- hidratação por 3h após 10% de PMF, T9- hidratação por 6h após 10% de PMF e T10- hidratação por 9h após 10% de PMF.(-) sem hidratação.

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

3.1.3. Análise de clorofila

Diferentemente dos resultados observados na hidratação e armazenamento em temperatura ambiente, onde ocorreu o amarelecimento na maior parte dos tratamentos, os maços de coentro quando foram armazenados em baixa temperatura (5°C), após a hidratação, não apresentaram perda da coloração verde. Em folhas de salsa, LISIEWSKA et al. (1997) observaram que a redução da temperatura também influenciou na decomposição dos pigmentos de clorofila, obtendo menores taxas de degradação dos mesmos.

Tabela 3 - Valores médios do teor de clorofila (unidades SPAD) de folhas frescas de coentro em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos¹ no armazenamento a 5°C após a hidratação com água a 25 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2011.

Tratamentos	Tempo pós-colheita (h)				
	0	24	48	72	96
T1	39,3 Aa	39,2 Aa	36,7 Aa	37,6 Aa	
T2	37,9 Aa	37,8 Aa	37,6 Aa	36,5 Aa	37,0 a
T3	36,5 Aa	36,7 Aa	37,5 Aa	37,5 Aa	
T4	35,9 Aa	36,8 Aa	38,9 Aa	38,7 Aa	
T5	36,9 Aa	35,3 Aa	36,9 Aa	35,7 Aa	
T6	34,4 Aa	37,4 Aa	36,7 Aa	38,9 Aa	
T7	34,6 Aa	36,7 Aa	36,3 Aa	39,3 Aa	
T8	35,7 Aa	36,5 Aa	36,5 Aa	39,9 Aa	
T9	37,0 Aa	36,8 Aa			
T10	34,7 Aa	38,6 Aa			

¹T1- sem hidratação (controle), T2- hidratação por 3 horas logo após a colheita, T3- hidratação por 6h logo após a colheita, T4- hidratação por 9horas logo após a colheita, T5- hidratação por 3h após 5% de perda de massa fresca (PMF), T6- hidratação por 6h após 5% de PMF, T7- hidratação por 9h após 5% de PMF, T8-

hidratação por 3h após 10% de PMF, T9- hidratação por 6h após 10% de PMF e T10- hidratação por 9h após 10% de PMF. (-) sem hidratação. Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. As médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Mesmo que tenha ocorrido leve aumento do índice SPAD na maioria dos tratamentos no decorrer do armazenamento, esta diferença não foi significativa ao longo de todo armazenamento refrigerado (Tabela 3).

Verificou-se que nenhum dos tratamentos difere do controle, em relação ao teor de clorofila, estimado pelo índice SPAD. Além disso, o tempo de hidratação e teor de massa fresca perdida não influenciou no mesmo, quando armazenado a 5°C. Os valores de SPAD nos tempos de 0 a 72 horas variaram de 39,3 a 34,9 unidades SPAD.

3.1.4. Teor relativo de água

No tempo de 24 horas, os maçõs que não foram hidratados e os do tratamento 10 reduziram respectivamente em 6,6 e 4% o teor relativo de água, valores significativamente maiores que os outros tratamentos (Tabela-4). Essa maior redução no teor relativo para o tratamento 10 corrobora com a maior taxa de perda de massa citada anteriormente.

No tratamento 2, no tempo 48 horas, notou-se que os maçõs de coentro exibiram de 3 a 7% a menos no teor relativo de água, em relação aos outros maçõs hidratados por diferentes tempos e/ou perda de massa fresca, com exceção do tratamento 5 (Tabela-4). No entanto este tratamento se mostrou mais eficaz ao longo do tempo na manutenção da turgescência das folhas, pois apresentaram-se visualmente murchos apenas 96 horas após a colheita.

Na análise feita no tempo de 72 horas verificou-se que nenhum dos tratamentos diferenciou do controle quanto ao teor relativo de água. Mesmo que estatisticamente não tenha se diferenciado da testemunha, os tratamentos 2 e 7,

visualmente, apresentaram-se ainda túrgidos. No entanto, os maços do tratamento 7 foram descartados devido ao aparecimento de manchas escuras.

Para todos os tratamentos, o teor relativo de água reduziu durante o armazenamento. Além disso, o teor relativo de água que as folhas de coentro demonstraram visualmente murchas e que acarretou a rejeição dos maços foram valores próximos ou inferiores a 86%.

Tabela 4 - Valores médios do teor relativo de água (%) de folhas frescas de coentro em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos¹, no armazenamento a 5 °C após a hidratação com água a 5 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2011.

Tratamentos	Tempo pós-colheita (h)				
	0	24	48	72	96
T1	98,9 Aa	92.3 Cb	89.4 Cbc	86.7 ABCc	
T2	98,9 Aa	96.6 ABa	90.7 Cb	89.7 ABb	86,4c
T3	98,9 Aa	99.3 Aa	93.3 Bb	86.8 ABCc	
T4	98,9 Aa	96.1 ABCa	93.7 Ba	85.7 BCb	
T5	98,9 Aa	97.2 ABa	92.7 BCb	82.6 Cc	
T6	98,9 Aa	96.6 ABab	93.4 Bb	85.3 BCc	
T7	98,9 Aa	97.5 ABa	97.3 Aa	92.8 Ab	
T8	98,9 Aa	95.8 ABCb	95.4 ABb	86.6 ABCc	
T9	98,9 Aa	97.4 AB			
T10	98,9 Aa	94.9 BC			

¹T1- sem hidratação (controle), T2- hidratação por 3 horas logo após a colheita, T3- hidratação por 6h logo após a colheita, T4- hidratação por 9horas logo após a colheita, T5- hidratação por 3h após 5% de perda de massa fresca (PMF), T6- hidratação por 6h após 5% de PMF, T7- hidratação por 9h após 5% de PMF, T8- hidratação por 3h após 10% de PMF, T9- hidratação por 6h após 10% de PMF e T10- hidratação por 9h após 10% de PMF.(-) sem hidratação.

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

3.2. Armazenamento a 25 °C

3.2.1. Análise visual e vida de prateleira

Em nenhum dos tratamentos realizados houve aumento da vida de prateleira das folhas de coentro, independentemente do tempo de hidratação e do teor de massa fresca perdida antes da imersão dos maços (Tabela- 5). No entanto, a causa da deterioração variou em função do tratamento utilizado.

Tabela 5- Deterioração pós-colheita dos maços de coentro hidratados em diferentes tempos e teor de massa fresca perdida, armazenados a 25 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2011.

<u>Tratamento</u>	<u>Deterioração pós-colheita</u>	<u>Vida de prateleira</u> (horas)
T1	Murchamento	48
T2	Amarelecimento	48
T3	Amarelo e alguns apodrecidos	48
T4	Amarelecimento e alguns apodrecidos	48
T5	Murchamento	48
T6	Murchamento e amarelecimento	48
T7	Amarelecimento e alguns apodrecidos	48
T8	Amarelecimento	48
T9	Manchas escuras nas folhas	36
T10	Manchas escuras nas folhas	36

T1- sem hidratação (controle), T2- hidratação por 3 horas logo após a colheita, T3- hidratação por 6h logo após a colheita, T4- hidratação por 9horas logo após a colheita, T5- hidratação por 3h após 5% de perda de massa fresca (PMF), T6- hidratação por 6h após 5% de PMF, T7- hidratação por 9h após 5% de PMF, T8- hidratação por 3h após 10% de PMF, T9- hidratação por 6h após 10% de PMF e T10- hidratação por 9h após 10% de PMF.



Figura 2- Aparência dos maços de coentro, 48 horas após a colheita, submetidos aos seguintes tratamentos: T1- sem hidratação (controle), T2- hidratação por 3 horas logo após a colheita, T3- hidratação por 6h logo após a colheita, T4- hidratação por 9horas logo após a colheita, T5- hidratação por 3h após 5% de perda de massa fresca (PMF), T6- hidratação por 6h após 5% de PMF, T7- hidratação por 9h após 5% de PMF, T8- hidratação por 3h após 10% de PMF, T9- hidratação por 6h após 10% de PMF e T10- hidratação por 9h após 10% de PMF. Viçosa - Minas Gerais, 2011.

A causa do descarte dos maços da testemunha se deu pela perda de água, murchamento, não ocorrendo à perda da coloração verde. Semelhantemente ao controle, nos tratamentos 5 e 6 também ocorreu a perda de turgescência das folhas, e além da murcha o T6 apresentou o amarelecimento no segundo dia após a hidratação. Em relação aos tratamentos 2, 3, 4, 7 e 8, o que provocou a rejeição dos maços de coentro foi o amarelecimento, e nos tratamentos 3, 4 e 7 ocorreu, também, o apodrecimento do limbo e pecíolo (Figura 2).

Para os maços submetidos à hidratação, durante 6 e 9 horas, após cerca de 10% de perda de massa, observou-se o aparecimento de manchas necróticas em algumas folhas, logo após a hidratação (Figura- 3 A). A severidade do dano aumentou no segundo dia após a colheita acarretando o descarte dos maços.

Além do escurecimento das folhas, outros problemas decorrentes da rehidratação foram observados em outros tratamentos, como o amarelecimento das folhas e o apodrecimento de folhas e caules (Figura- 3 B e C, respectivamente). O apodrecimento ocorreu na base dos maços, devido à retenção de água após a imersão dos mesmos e temperatura favorável (25°C) a esta deterioração. Quanto à razão do escurecimento das folhas e o amarelecimento prematuro, ainda precisa ser investigado.

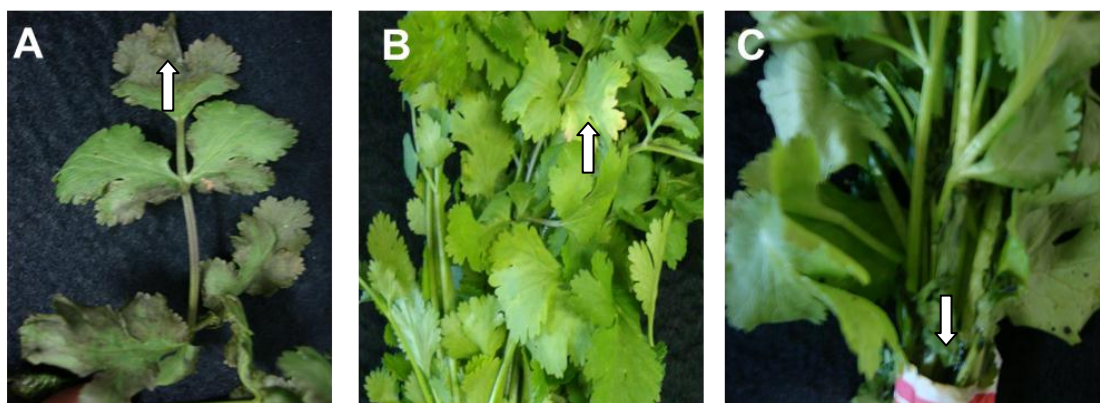


Figura 3- Deterioração pós-colheita, em folhas de coentro, ocorrida após a rehidratação e armazenamento em condições ambientes. Viçosa- Minas Gerais, 2011. Manchas escuras (A), Amarelecimento (B) e apodrecimento (C).

Com exceção dos tratamentos 9 e 10, nos quais ocorreu redução de 25% da vida de prateleira das folhas de coentros, os demais tratamentos não diferiram do controle em relação a vida de prateleira (Tabela- 3). Em contrapartida ÁLVARES (2006) e SHIBAIRO & UPADHYAYA (1998), respectivamente, observaram que a hidratação promoveu o aumento de longevidade para folhas de salsinha e raízes de cenoura.

3.2.2. Avaliação da absorção total, taxa de absorção e perda de massa

Quando os maços de coentro foram hidratados por 3 horas após a perda de 10% de massa fresca (T8) em condições ambiente (25°C e 54% UR) constatou-se que a absorção total de água foi de apenas 2,16 %, sendo inferior a todos os demais tratamentos, exceto do T2. Entretanto, o aumento do período de rehidratação para 6 horas (T9), com a mesma porcentagem de perda massa fresca, promoveu uma elevação de 327% na absorção total, a qual não difere estatisticamente em relação aos outros tratamentos, mesmo em diferentes tempos de hidratação (Tabela 6).

O teor de massa fresca perdida antes da rehidratação influenciou a taxa de absorção de água para a hidratação realizada por um período de 3 horas. A hidratação por 3 horas, feita logo após a colheita (T2), resultou em uma taxa de absorção de 245,9% maior que nos maços com mesmo tempo de imersão, porém com 10% de massa fresca perdida (T8) (Tabela 2). Em relação aos maços que perderam 5% de massa fresca, com mesmo tempo de rehidratação, esta taxa não diferenciou significativamente dos maços hidratados após a colheita. No entanto, para os outros tempos de imersão (6 e 9 horas, T6, T7, T9, T10), a porcentagem de massa fresca perdida não influenciou na velocidade de absorção da água, sendo que a média nestes tempos foram de 1,57 e 1,23 %/h, respectivamente para os períodos de 6 e 9 horas (Tabela 6).

Em relação ao tempo de hidratação feita depois da colheita ou após a perda de 5% de massa, observou-se que a taxa de absorção reduziu em 49 e 67%, com o aumento do período de imersão dos maços na água (Tabela 6).

Similarmente, ÁLVARES (2006) verificou que em maços de salsinha o aumento do período de hidratação também reduziu a taxa de absorção de água.

Tabela 6 - Valores médios da absorção total e taxa de absorção durante a hidratação em água a 25°C e a taxa média de perda de massa de folhas frescas de coentro armazenadas a 25°C, nos respectivos tratamentos¹. Viçosa- Minas Gerais, 2011.

<u>Tratamentos</u>	<u>Absorção total</u> (%)	<u>Taxa de absorção</u> (% / h)	<u>Perda massa/ hora</u> (% / h)
T1	-	-	0,54 A
T2	7,48 AB	2,49 AB	0,46 A
T3	9,36 A	1,56 BC	0,46 A
T4	11,47 A	1,27 C	0,43 A
T5	9,94 A	3,31 A	0,45 A
T6	9,66 A	1,61 BC	0,47 A
T7	9,80 A	1,09 C	0,54 A
T8	2,16 B	0,72 C	0,39 A
T9	9,23 A	1,54 BC	0,34 A
T10	11,97 A	1,33 C	0,32 A

¹T1- sem hidratação (controle), T2- hidratação por 3 horas logo após a colheita, T3- hidratação por 6h logo após a colheita, T4- hidratação por 9horas logo após a colheita, T5- hidratação por 3h após 5% de perda de massa fresca (PMF), T6- hidratação por 6h após 5% de PMF, T7- hidratação por 9h após 5% de PMF, T8- hidratação por 3h após 10% de PMF, T9- hidratação por 6h após 10% de PMF e T10- hidratação por 9h após 10% de PMF.(-) sem hidratação.

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Embora a hidratação tenha proporcionado acréscimo no teor de água, isto não foi suficiente para retardar a perda de massa fresca ao longo do armazenamento em temperatura ambiente. No entanto a hidratação foi efetiva em retardar a taxa de perda de massa em folhas de salsinha (ÁLVARES, 2006).

Mesmo que a redução de massa fresca tenha sido de 0,54%/hora para a testemunha e a média da perda dos tratamentos de 0,46%/hora, essa diferença não foi significativa (Tabela 6). Possivelmente, boa parte dos tratamentos não diferiu do controle em relação à PMF devido ao apodrecimento de alguns maços e danos ocorridos nas folhas (manchas necróticas).

3.2.3. Análise de clorofila

Após a colheita ocorre o processo natural de senescência, o qual abrange a degradação de clorofila. Segundo HEATON & MARANGONI (1996), esta deterioração está ligada a fatores externos, como o estresse hídrico, luminosidade, alterações térmicas, níveis aumentados de etileno ou a combinação destes fatores. No tratamento de 6 horas de hidratação (T3) observou-se a ocorrência deste tipo de deterioração pós-colheita, pois houve alteração expressiva do índice SPAD no último dia de armazenamento. Onde ocorreu a queda de 13% do índice SPAD, 48 horas após a colheita, indicando que houve degradação de clorofila nos maços submetidos a este tratamento (Tabela 7).

Apesar de também ter sido observado nos tratamentos 2, 4, 6,7 e 8 que algumas folhas, principalmente as localizadas na parte inferior do maço, apresentaram amarelecimento 48 horas após a colheita, esta redução do índice SPAD, ou seja, da coloração verde, não divergiu significativamente ao longo do armazenamento (Figura-2). Isto pode ter ocorrido devido a média do índice SPAD ter sido obtido das 9 leituras, feitas ao acaso, em folhas que ainda se mantiveram-se verde e as que amareleceram, ou seja, como a perda da cor verde não ocorreu uniformemente no maço, pode ter havido mascaramento da perda da coloração verde ocorrida em algumas folhas.

A intensidade de coloração verde não foi estatisticamente diferente entre os tratamentos aplicados, e nem mesmo estes diferiram da testemunha. Os valores de SPAD nos tempos de 0 a 48 horas variaram de 30,9 a 38,9 unidades SPAD (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores médios do teor de clorofila (unidades SPAD) de folhas frescas de coentro em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos¹ no armazenamento a 25 °C após a hidratação com água a 25 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2011.

Tratamentos	Tempo pós-colheita (h)		
	0	24	48
T1	36,8 Aa	37,8 Aa	36,9 Aa
T2	37,1 Aa	37,3 Aa	30,7 Aa
T3	35,8 Aab	38,5 Aa	31,2 Ab
T4	38,2 Aa	38,9 Aa	30,9 Aa
T5	37,9 Aa	37,4 Aa	37,9 Aa
T6	35,2 Aa	37,3 Aa	35,7 Aa
T7	35,1 Aa	34,3 Aa	33,5 Aa
T8	37,1 Aa	35,6 Aa	34,9 Aa
T9	36,0 Aa	36,0 Aa	
T10	38,1 Aa	38,1 Aa	

¹T1- sem hidratação (controle), T2- hidratação por 3 horas logo após a colheita, T3- hidratação por 6h logo após a colheita, T4- hidratação por 9horas logo após a colheita, T5- hidratação por 3h após 5% de perda de massa fresca (PMF), T6- hidratação por 6h após 5% de PMF, T7- hidratação por 9h após 5% de PMF, T8- hidratação por 3h após 10% de PMF, T9- hidratação por 6h após 10% de PMF e T10- hidratação por 9h após 10% de PMF.(-) sem hidratação.

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

3.2.4. Teor relativo de água

O tempo de imersão dos maços de coentro em água a 25 °C não influenciou significativamente no teor relativo de água (TRA), tanto em 24 como 48 horas após a colheita. Entretanto, 24 horas após a colheita, para o período de 3 horas de hidratação (T2, T5 e T8) houve diferença significativa do TRA, onde os maços que perderam 5 e 10 % de massa fresca antes da hidratação (T5 e T8) apresentaram valores de TRA de 96% enquanto que os hidratados após a colheita (T2) foi de apenas 90%. Além disso, no tempo de 9 horas de imersão, os

maços que perderam 10% de massa fresca antes da hidratação (T10), o TRA foi cerca de 5% superior em relação aos maços que foram hidratados logo após a colheita (T4) e os hidratados após 5% de perda de massa fresca (T7) (Tabela 8). O maior TRA, no T10, pode ter ocorrido pela menor exposição dos maços de coentro ao ambiente.

O controle (sem hidratação) e os tratamentos 5 e 6 apresentaram-se murchos 48 horas após colheita. Nestes tratamentos houve redução de 13,4; 16,3 e 13,3 % no teor relativo de água, respectivamente (Tabela 8). Enquanto que nos outros tratamentos a queda no TRA não ocasionou a perda de turgescência das folhas de coentro.

Tabela 8 - Valores médios do teor relativo de água (%) de folhas frescas de coentro em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos¹, no armazenamento a 25 °C após a rehidratação em água a 25 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2011.

Tratamentos	Tempo pós-colheita (h)		
	0	24	48
T1	98,9 Aa	90,7 Eb	85,5 Ac
T2	98,9 Aa	90,4 Ea	91,8 Aa
T3	98,9 Aa	93,1 CDEa	92,5 Aa
T4	98,9 Aa	91,7 Eb	92,1 Ab
T5	98,9 Aa	96,8 ABa	82,6 Ab
T6	98,9 Aa	93,6 BCDEb	85,6 Ac
T7	98,9 Aa	92,8 DEb	92,0 Ab
T8	98,9 Aa	96,3 ABC a	91,5 Ab
T9	98,9 Aa	96,2 ABCDa	
T10	98,9 Aa	97,1 Aa	

¹T1- sem hidratação (controle), T2- hidratação por 3 horas logo após a colheita, T3- hidratação por 6h logo após a colheita, T4- hidratação por 9horas logo após a colheita, T5- hidratação por 3h após 5% de perda de massa fresca (PMF), T6- hidratação por 6h após 5% de PMF, T7- hidratação por 9h após 5% de PMF, T8-

hidratação por 3h após 10% de PMF, T9- hidratação por 6h após 10% de PMF e T10- hidratação por 9h após 10% de PMF.

4. CONCLUSÕES

- ✓ O uso da hidratação não resultou em aumento da longevidade de maços de coentro português, quando as folhas foram posteriormente armazenadas a 25°C. A hidratação ocasionou o aparecimento de manchas escuras nas folhas, amarelecimento e apodrecimento de folhas e maços, ao longo do armazenamento a 25°C.
- ✓ A hidratação por 3 horas após a colheita de maços de coentro pode ser utilizado para aumentar a longevidade (aumento de um dia em relação ao controle) dos mesmos, se for seguida do armazenamento a 5°C.
- ✓ O uso da refrigeração a 5°C após o hidratação impediu o amarelecimento e apodrecimento do maços de coentro ao longo da vida de prateleira.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, V.S. **Pré-resfriamento, embalagem e hidratação pós-colheita de salsinha**. 2006. 161 f. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

CATSKY, J. Water content. In: SLAVIK, B. **Methods of studying plant water relations**. Berlim: Springer – Verlag, p. 121-13, 1974.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Caderno didático 19. Viçosa: UFV, 29p., 1997.

GAMA, F.S.N. da; MANICA, I.; KIST H.G.K.; ACCORSI, M.R. Aditivos e embalagens de polietileno na conservação do maracujá amarelo armazenado em condições de refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p. 305-310, 1991.

Heaton, J. W.; Lencki, R. W.; Marangoni, A. G. Kinetic model for chlorophyll degradation in green tissue. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 44, p. 399–402, 1996.

LIPTON, W. J. Senescence of leafy vegetables. *HortScience*, v. 22, n. 5, p. 854-859, 1987.

LISIEWSKA, Z. et al. Effect of conditions and time of storage on technological quality changes of parsley leaves. **Folia Horticulturae**, v.9, n.2, p.21-29, 1997.

SHIBAIRO, S. I.; UPADHYAYA, M. K. Replacement of postharvest moisture loss by recharging and its effect on subsequent moisture loss during short-term storage of carrots. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 123, n. 1, p. 141-145, 1998.

WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relation of cotton plant. In: The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytology**, v.49, n.1, p.81-97, 1950.

WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; GRAHAN, D.; McGLASSON, W. B.; HALL, E. G. **Postharvest, and introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Westport: AVI, 1981. 163p.

CONCLUSÕES GERAIS

- ✓ O armazenamento a 5°C deve ser explorado visando aumentar a vida de prateleira de folhas de coentro.
- ✓ O hidrosfriamento aumentou em 24 horas a vida pós-colheita de folhas de coentro, armazenadas a 20°C, em relação ao controle sem pré-resfriamento.
- ✓ A rehidratação com água a 25°C, independente do tempo de imersão e perda pós-colheita de massa fresca, não foi efetivo em aumentar a vida pós-colheita de maços de coentro, a 25°C.
- ✓ O maior período de rehidratação, 9h, provocou aparecimento de manchas marrons nas folhas de coentro. Além disso, em alguns tratamentos a rehidratação ocasionou o amarelecimento precoce das folhas e apodrecimento dos maços.
- ✓ Para os maços reidratados, com água a 25°C, feita por um período de 3h logo após a colheita, e armazenados a 5°C observou aumento de um dia na longevidade de folhas de coentro, em relação aos maços que não foram reidratados e mantidos a 5°C.