

**VIRGÍNIA DE SOUZA ÁLVARES**

**PRÉ-RESFRIAMENTO, EMBALAGEM E HIDRATAÇÃO PÓS-  
COLHEITA DE SALSINHA**

Tese apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia, para obtenção do  
título de “Doctor Scientiae”.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006**

**VIRGINIA DE SOUZA ÁLVARES**

**PRÉ-RESFRIAMENTO, EMBALAGEM E HIDRATAÇÃO PÓS-  
COLHEITA DE SALSINHA**

Tese apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia, para obtenção do  
título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 20 de outubro de 2006.

---

Prof. Vicente Wagner Dias Casali  
(Co-orientador)

---

Prof. Paulo Roberto Cecon  
(Co-orientador)

---

Prof. José Geraldo Barbosa

---

Cleide Maria Ferreira Pinto

---

Prof. Fernando Luiz Finger  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelas oportunidades que coloca constantemente em meu caminho, pela luz, pela saúde e pela paz que me proporciona.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Fitotecnia pela valiosa oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo indispensável auxílio financeiro.

Principalmente a minha mãe Santa, razão da minha existência que sempre foi pra mim exemplo de amor, amizade, perseverança, esperança e pelo apoio em todos os momentos e sentidos.

À minha irmã Ivana e minha sobrinha Giovanna pelo exemplo de força e vontade de vencer. Minha avó Conceição, minhas tias Dalva, Celeste e Tereza e meu primo Wagner pela acolhida familiar quando retornava para casa.

À minha melhor amiga Isaurina pela força, companheirismo, paciência, conselhos e pelas palavras que tornaram tudo mais simples.

Aos meus amigos Rodrigo, Cristiane, Fernanda e Ana Maria que me ajudaram tanto nas disciplinas e experimentos quanto nos problemas pessoais.

Aos meus amigos e colegas de laboratório Hilton, Cláudia, Pahlevi, Luciana, Daniel, Adriana e outros pelas boas risadas que demos tornando um ambiente de trabalho mais agradável.

Ao professor Fernando Luiz Finger pela orientação, pela cessão de equipamentos, pelo espaço físico do Laboratório de Pós-colheita da Fitotecnia e pela extrema atenção.

Ao professor Vicente Wagner Dias Casali pela atenção e paciência como conselheiro.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, pela preciosa disponibilidade de tempo, pela orientação e pelo ensinamento de estatística, além do ótimo bom humor nas conversas.

Ao professor José Geraldo Barbosa e à pesquisadora Cleide Maria Ferreira Pinto, da EPAMIG, pela disposição em participar da banca examinadora.

Aos professores Mário Puiatti, Paulo Fontes e Derly pelas contribuições para a realização das disciplinas.

Aos funcionários do Laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia, em especial, Geraldo, Ribeiro e Sebastião, por toda ajuda proporcionada e pelo excelente relacionamento. Ao funcionário Paulo pela ajuda no campo.

Aos prestativos estagiários Raul e Caetano pela ajuda nos momentos mais delicados da pesquisa, pela dedicação, pelo zelo e pelo excelente ambiente de trabalho. Aos amigos Cezar e Victor pelo auxílio nos experimentos. Ao Nelson, Camilo e Rodrigo pela ajuda nas colheitas.

Ao meu esposo Jacson registro um agradecimento especial pelo amor, compreensão, carinho, cuidado e apoio em todos os momentos fazendo com que o curso tivesse um sentido a mais.

A todos os verdadeiros amigos que fiz em Viçosa tornando mais fácil superar os obstáculos da vida e solidificar esta obra, agradeço de coração, porque sem amigos nada se constrói e para nada existimos.

## **BIOGRAFIA**

VIRGÍNIA DE SOUZA ÁLVARES, filha de Maria Neuza de Souza e Ivan de Melo Álvares, nasceu na cidade de Tocantins, Minas Gerais, em 15 de agosto de 1975.

Cursou 1º grau na Escola Estadual Dr. João Pinto em Tocantins e 2º grau na Escola Estadual Senador Levindo Coelho em Ubá, Minas Gerais, concluindo o ensino médio em dezembro de 1993.

Em março de 1995 ingressou na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em Engenharia Agrônômica, em Outubro de 2000.

Em abril de 2003 concluiu o curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa.

Em 2003/2004 ministrou no Curso Técnico em Agropecuária no Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Pomba (CEFET-RP).

Em agosto de 2004 iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO	xiii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Aspectos gerais da cultura	2
2.2. Conservação pós-colheita	3
2.3. Qualidade da hortaliças folhosa	4
2.3.1. Senescência das folhas	4
2.3.2. Perda da cor verde	5
2.3.3. Perda de água	6
2.4. Pré-resfriamento	7
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
<b>CAPÍTULO 1 – Efeito do pré-resfriamento na conservação pós-colheita de salsinha</b>	
RESUMO	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1. Perda de massa de folhas frescas	17
2.2. Clorofila	18
2.3. Teor relativo de água	18
2.4. Teor de açúcares solúveis totais	19
2.5. Teor de açúcares redutores e não redutores	21
2.6. Teor de amido	21
2.7. Análise estatística	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.1. Perda de massa de folhas frescas	25
3.2. Análise de clorofila	28
3.3. Teor relativo de água	31
3.4. Açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido	33

	Página
4. CONCLUSÕES	35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
<b>CAPÍTULO 2 – Qualidade de salsinha em consequência de tratamentos pós-colheita</b>	
RESUMO	39
ABSTRACT	40
1. INTRODUÇÃO	41
2. MATERIAL E MÉTODOS	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
3.1. Perda de massa de folhas frescas	46
3.1.1. Experimento 1 – Armazenamento a 5°C	46
3.1.2. Experimento 2 – Armazenamento à temperatura ambiente	49
3.2. Análise de clorofila	52
3.2.1. Experimento 1 – Armazenamento a 5°C	52
3.2.2. Experimento 2 - Armazenamento à temperatura ambiente	53
3.3. Teor relativo de água	55
3.3.1. Experimento 1 – Armazenamento a 5°C	55
3.3.2. Experimento 2 - Armazenamento à temperatura ambiente	57
4. CONCLUSÕES	60
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
<b>CAPÍTULO 3 – Efeito do uso de embalagens PET na conservação pós-colheita de salsinha</b>	
RESUMO	64
ABSCTRACT	65
1. INTRODUÇÃO	66
2. MATERIAL E MÉTODOS	67
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
3.1. Perda de massa de folhas frescas	71
3.2. Análise de clorofila	76
3.3. Teor relativo de água	79
3.4. Açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não-redutores e amido	83

	Página
4. CONCLUSÕES	85
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
<b>CAPÍTULO 4</b> –Efeito da rehidratação na conservação pós-colheita salsinha	
RESUMO	89
ABSTRACT	91
1. INTRODUÇÃO	92
2. MATERIAL E MÉTODOS	93
2.1. Experimento 1 – Duração da hidratação com água a 25°C	93
2.2. Experimento 2 – Hidratação das folhas com água a 4-5°C	94
2.3. Experimento 3 – Freqüência de hidratação com água a 4-5°C	95
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
3.1. Experimento 1 – Duração da hidratação com água a 25°C	99
3.2. Experimento 2 – Hidratação das folhas com água a 4-5°C	109
3.3. Experimento 3 – Freqüência de hidratação com água a 4-5°C	115
4. CONCLUSÕES	125
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
CONCLUSÕES GERAIS	128
APÊNDICE	129

## RESUMO

ÁLVARES, Virgínia de Souza, D.S., Universidade Federal de Viçosa, Outubro de 2006. **Pré-resfriamento, embalagem e hidratação pós-colheita de salsinha.** Orientador: Fernando Luiz Finger. Co-Orientadores: Vicente Wagner Dias Casali e Paulo Roberto Cecon.

A salsinha, por ser folhosa, possui baixa longevidade após a colheita, dependendo, principalmente, das condições de armazenamento e das perdas de água após a colheita. No Brasil, a salsinha tem sido distribuída em temperatura ambiente, sem qualquer tratamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do pré-resfriamento, de pulverizações com água gelada, embalagens rígidas de polietileno tereftalato (PET) e da rehidratação das folhas sobre a conservação pós-colheita de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa', armazenada a 5 e 25 °C. O pré-resfriamento foi realizado pela completa imersão dos maços por 15 minutos na mistura a 4-5 °C de gelo moído e água e a rehidratação foi realizada da mesma forma por maiores períodos e diversos tempos após a colheita. Avaliou-se a perda de massa das folhas frescas, quantidade de clorofila estimada pelo SPAD, o teor relativo de água e os teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido. Houve efeito do pré-resfriamento quanto à manutenção do peso das folhas nas primeiras 12 horas de armazenamento a 5 °C e do teor relativo de água com rápido murchamento das folhas que não foram pré-resfriadas. O murchamento expressou-se visivelmente durante o período experimental, de modo que a perda de massa até o início do murchamento visual foi de cerca de 11% em relação à massa inicial. Entretanto, o tratamento com pulverização freqüente com água gelada (de 6 em 6 horas para o armazenamento a 5 °C) foi mais eficiente que o pré-resfriamento na manutenção do peso e do teor relativo de água das folhas. O uso da embalagem PET sem perfuração juntamente com o pré-resfriamento foi efetivo em reduzir a perda de massa, proporcionar maior manutenção do teor relativo de água e estender a longevidade das folhas. A hidratação da salsinha logo após a colheita por 3 horas com a temperatura da água a 5 °C aumentou a turgidez e longevidade das folhas durante o armazenamento a 5 °C, principalmente quando realizado antes do acondicionamento em embalagens PET sem perfuração. Nas salsinhas sem embalagens a refrigeração teve maior influência do que o pré-resfriamento na

redução da perda de massa acumulada. O armazenamento refrigerado impediu a degradação de clorofila mantendo as folhas verdes e com maior longevidade em comparação a 25 °C. Não houve alteração dos teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido ao longo do armazenamento.

## ABSTRACT

ÁLVARES, Virgínia de Souza, D.S., Universidade Federal de Viçosa, October of 2006. **Precooling, packaging and hidration on the postharvest of parsley.** Adviser: Fernando Luiz Finger. Co-Advisers: Vicente Wagner Dias Casali and Paulo Roberto Cecon.

The parsley, as leafy vegetable, has low longevity after the harvest, due to the storage conditions which it is submitted, inducing high loss of water. In Brazil, the parsley has been distributed without any treatment or refrigeration. The objective of this work was to evaluate the effects of precooling, sprays with cold water, use of rigid boxes of polyethylene terephthalate (PET) and rehidration of the leaves on the postharvest life of parsley 'Graúda Portuguesa', stored at 5 and 25°C. The precooling was accomplished by the complete immersion of the leaf bundles by 15 minutes in a mixture of ice and water at 4-5°C and the rehidration it was accomplished in the same way by larger periods and for several times after the harvest. It was analyzed the loss of fresh mass, content of chlorophyll, the relative water content, total soluble sugar content, reducing sugar, non-reducing sugar and starch. There was effect of the precooling regarding the maintenance of the fresh weight of the leaves in the first 12 hours of storage at 5 °C and the relative water content with faster wilting of the leaves without precooling treatment. The wilting was expressed visibly during the experimental period, the fresh mass lost from the beginning of the experiment until the visual wilting was about 11%. However, the treatment with frequent sprays with cold water at every 6 hours during storage at 5°C, was more effective than the precooling in maintaining of the fresh weight and the relative water content of the leaves. The use of the PET box without perforation associated with precooling was effective in reducing the lost of fresh weight, to provide higher maintenance of the relative water content and extending the longevity of the leaves. The hydratation of the parsley just after the harvest for 3 hours with water at 5°C increased the turgidity and longevity of the leaves during the storage at 5°C, mainly when associated with PET box without perforation. In the parsleys without PET box, the refrigeration had bigger influence than the precooling in reducing the lost fresh weight. The cold storage inhibit the chlorophyll degradation maintaining the green leaves and with longer longevity in comparison with storage at 25°C. There was no changes in the total

sugar content, reducing sugar, non-reducing sugar and starch along the storage period.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o 12º produtor mundial de hortaliças frescas, segundo a classificação da FAO (2006), com 2,25 milhões de toneladas produzidas no ano de 2004. O cultivo de hortaliças ocupa a área aproximada de 195 mil hectares, gerando no agronegócio o valor superior a nove bilhões de dólares anuais.

A salsa ou salsinha (*Petroselinum crispum*), hortaliça herbácea e condimentar, ainda não se destaca pelo volume ou valor comercializado (FILGUEIRA, 2003). Entretanto, a folha entra na composição de temperos e no preparo dos mais diversos pratos, sejam frios (saladas) ou quentes (carnes, peixes) ou, simplesmente, como ornamentação de pratos. É também utilizada como matéria-prima na indústria de alimentos (MAKISHIMA, 1984), na forma desidratada, sendo de grande importância socioeconômica, principalmente por ser fonte rica em vitaminas C e E,  $\beta$ -caroteno, tiamina, riboflavina e minerais orgânicos (WILLS et al., 1986).

Por ser cultivada por pequenos produtores, em pequenas áreas, e por ser colhida em cortes sucessivos, torna-se muito difícil calcular a área plantada ou volume colhido. Por outro lado, também é difícil obter números que representem com segurança os volumes comercializados, em virtude da comercialização paralela, tanto no atacado como no varejo (MAKISHIMA, 1984).

Por ser folhosa essa hortaliça, possui baixa longevidade após a colheita, dependendo, principalmente, das condições a que é submetida. O rápido declínio da qualidade das folhas de salsinha, devido à senescência pós-colheita, freqüentemente causa sérias perdas comerciais. As características de qualidade perdidas incluem aparência, cor das folhas, gosto e aroma; e a ausência de defeitos, tal como deterioração e amarelecimento. Hortaliças folhosas perdem água por causa da grande superfície específica (razão entre a área e o volume do produto). A perda de água por transpiração determina, em grande parte, as perdas quantitativas e qualitativas em geral dos produtos hortícolas (FINGER & VIEIRA, 1997), que afetam diretamente a aparência e o peso do produto comercializado, influenciando fortemente o avanço da senescência (LIPTON, 1987). Segundo PARK et al. (1999) a perda de massa de 5-7 % na salsinha já torna o produto não comercializável.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Aspectos gerais da cultura**

A salsinha, hortaliça folhosa da família das Apiáceas, é considerada como condimento muito apreciado pela população brasileira.

Além de ser considerada como fonte rica em vitaminas C e E,  $\beta$ -caroteno, tiamina, riboflavina e minerais orgânicos (WILLS et al., 1986), também possui odor agradável, principalmente quando utilizada na forma fresca. Em estudos sobre a composição de substâncias aromáticas nas folhas, foram identificados 45 constituintes, sendo alguns foram considerados únicos desta espécie (MAcLEOD et al., 1985). Além disso, a salsa possui grande importância como fonte de antioxidantes naturais, como o flavonóide apigenina (JUSTESEN & KNUTHSEN, 2001), citando ainda que o consumo de poucos gramas de salsa pode contribuir com a média diária de flavonóides necessária de 23 mg. Entretanto, seu consumo excessivo deve ser evitado, já que induz inesperado aumento em enzimas antioxidantes, refletindo possivelmente no sistema antioxidante de defesa (NIELSEN et al., 1999).

Há poucas cultivares de salsinha, destacando-se Lisa Preferida e Graúda Portuguesa – ambas de folhas lisas e aromáticas; a segunda produz folhas maiores, e ambas são resistentes ao florescimento. Também há cultivares de folhas crespas, como Crespa Decora (FILGUEIRA, 2003). De acordo com MAKISHIMA (1984), a cultivar Lisa Comum possui porte de 20 a 25 cm de altura e folhas de cor verde-clara; a cultivar Graúda Portuguesa é mais vigorosa atingindo 40 cm de altura, com folhas de cor verde-escura; a cultivar Crespa possui de 25 a 30 cm de altura e as folhas são de cor verde-escura.

A produtividade da planta é maior em solos areno-argilosos, com alto teor de matéria orgânica, boa fertilidade e pH entre 5,8 e 6,8. A primeira colheita é feita entre 50 e 90 dias após a semeadura, quando as plantas atingem cerca de 15-20 cm de altura, sendo os pecíolos cortados logo acima da superfície do solo, deixando-se as folhas menores. O rebrotamento é aproveitado em novos cortes, podendo o cultivo ser explorado por dois a três anos, principalmente quando são conduzidos em condições de clima ameno (HEREDIA et al., 2003), com temperaturas que variam de 10 a 24 °C, onde

temperaturas baixas e dias curtos induzem a planta ao florescimento precoce (MAKISHIMA, 1984).

## **2.2. Conservação pós-colheita**

As técnicas de conservação têm por principal objetivo diminuir a atividade metabólica dos produtos hortícolas, principalmente a taxa respiratória, com conseqüente prolongamento da vida pós-colheita. Dentre estas técnicas, destacam-se o armazenamento a baixas temperaturas, o uso de atmosfera modificada (AM) e atmosfera controlada (AC), a utilização de fitormônios e outras substâncias químicas e o uso de irradiação gama.

WILLS et al. (1998) descrevem a temperatura como sendo “individualmente, o fator mais importante”, o qual influencia na qualidade de produtos hortícolas. A estocagem de produtos e sua correspondente vida-de-prateleira é função da combinação de temperatura e tempo de armazenamento.

A refrigeração é a técnica mais recomendada e econômica no armazenamento prolongado dos produtos. No sistema de refrigeração, três fatores devem ser rigorosamente controlados: a temperatura, a circulação de ar e a umidade relativa. A temperatura é o fator mais crítico, não só por afetar a taxa de deterioração do produto, como também por modificar o efeito de todos os outros fatores. APELAND (1971), em experimento conduzido em várias temperaturas, concluiu que a salsa (variedade Bravour) pode ser mantida por 3 a 4 meses em 0 a -1 °C. De acordo com CARVALHO FILHO et al (2002), a temperatura ótima de armazenamento da salsa em atmosfera modificada ou controlada é 12 °C.

Muitas perdas pós-colheita podem ser evitadas com duas ações básicas nesta fase da produção: o uso de embalagem apropriada e cadeia do frio. Assim, há tendência de instalar expositores refrigerados no mercado varejista no Brasil. Já é possível identificar supermercados em São Paulo, no Rio de Janeiro e em outras importantes cidades que vendem frutas e hortaliças pré-embaladas usando expositores refrigerados. Apesar de não ser prática comum, já pode ser considerado o início no estabelecimento da cadeia de frio no Brasil (CORTEZ et al., 2002a).

## **2.3. Qualidade da hortaliça folhosa**

Após a colheita, a perda na respiração de substratos e água não pode ser substituída; então ocorre a deterioração, seguida por senescência e morte do tecido. As variações fisiológicas da respiração, transpiração e biossíntese são afetadas por fatores intrínsecos (produtos climatéricos ou não-climatéricos) e extrínsecos (temperatura, etileno, O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) e em geral essas alterações causam a deterioração do produto e limitam a vida-de-prateleira. Vida-de-prateleira é o período em que o produto permanece aceitável durante o armazenamento (BROSNAN & SUN, 2001). Obviamente, o tratamento pós-colheita é importante na manutenção da qualidade e extensão da vida-de-prateleira.

As características de qualidade das ervas frescas incluem a aparência, uniformidade da cor das folhas, características de aroma e *flavor*, e a ausência de defeitos, tais como sintomas de deterioração e amarelecimento.

### **2.3.1. Senescência das folhas**

A senescência da folha é um processo de degeneração que constitui-se no passo final do seu desenvolvimento (LIM et al., 2003), sendo dependente de energia e podendo ser iniciada por fatores ambientais.

A taxa de senescência depende de vários fatores incluindo o cultivar, a maturidade das folhas na colheita, a temperatura de armazenamento, a composição atmosférica e a duração do armazenamento.

A senescência natural é iniciada em folhas não-destacadas como parte do desenvolvimento normal da planta ou como resposta a condições externas de estresse. Durante o armazenamento pós-colheita, as folhas destacadas passam pelo processo acelerado de senescência iniciado após o destacamento do órgão e é induzido em folhas armazenadas por diversas condições de estresse impostas. Esses estresses podem agir isoladamente ou em combinação e incluem a separação dos recursos provenientes da planta como água e suprimento nutricional; exposição à escuridão, levando à inibição da fotossíntese; e o estresse relacionado com hormônios, principalmente etileno. A senescência pós-colheita tem função central na determinação do declínio da

qualidade de hortaliças folhosas durante o armazenamento (CANETTI et al., 2002).

Por ser codificada geneticamente, a senescência segue o curso previsível de eventos celulares (TAIZ & ZEIGER, 2004). As variações metabólicas incluem perda da atividade fotossintética e hidrólise de macromoléculas que foram acumuladas durante a fase de crescimento (LIM et al, 2003). Em nível citológico, algumas organelas são destruídas e outras permanecem ativas. O cloroplasto é a primeira organela a se deteriorar no início da senescência foliar, com a destruição de componentes protéicos dos tilacóides e de enzimas do estroma (TAIZ & ZEIGER, 2004).

### **2.3.2. Perda da cor verde**

A salsinha é altamente perecível, pois suas folhas possuem elevado teor de água, elevada relação superfície/volume e rapidamente perdem o frescor. Em consequência dessa natureza perecível, as folhas toleram poucas horas de armazenamento, principalmente durante o verão. Essa senescência é indicada pela perda de clorofila e amarelecimento das folhas, semelhante a outras hortaliças folhosas. LIPTON (1987) cita que 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.

Outros fatores podem estar relacionados, como a maturidade das folhas. APELAND (1971) cita que, em salsa, a clorofila se degrada mais lentamente em tecidos relativamente jovens do que em tecidos maduros.

Em estudos realizados por YAMAUCHI & WATADA (1993), na determinação da rota de degradação da clorofila em folhas de salsinha, foi estabelecido que o conteúdo de clorofila decresceu durante o armazenamento a 20 °C, além de haver aumento de clorofilídeo *a*, que foi inicialmente baixo. Já AMIR-SHAPIRA et al. (1987) demonstrou que, no estudo da senescência de salsinha, não houve aumento no clorofilídeo *a*, mas houve aumento de feofitina *a* em 6 dias no escuro a 25 °C. A temperatura é o principal fator que influencia a taxa de degradação de clorofila, mas a atmosfera também pode causar efeitos.

### 2.3.3. Perda de água

A colheita interrompe o suprimento de água aos tecidos e, assim, a perda subsequente de água por transpiração determina, em grande parte, as perdas quantitativa e qualitativa dos produtos. O murchamento e, ou, enrugamento de frutos e hortaliças são os sintomas iniciais da excessiva perda de água (FINGER & VIEIRA, 1997), que afeta diretamente a aparência e o peso do produto comercializado.

As hortaliças folhosas são órgãos que não armazenam quantidade expressiva de carboidratos e a falta de reserva energética reduz o potencial de armazenamento. Nessas hortaliças há altas taxas transpiratórias e, portanto, são suscetíveis à rápida desidratação após a colheita (FINGER & VIEIRA, 1997). A perda de água das folhas exerce fortemente influência no progresso da senescência (LIPTON, 1987). De acordo com PARK et al. (1999) a perda de massa de 5-7 % na salsa já torna o produto não comercializável.

A perda de umidade de produtos frescos é determinada pela diferença entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ar circundante, cuja diferença é conhecida como déficit de pressão de vapor (TAIZ & ZEIGER, 2004). A maior parte das frutas e hortaliças contém cerca de 85 a 95% de água em peso. A menos que a umidade relativa em torno do produto esteja próxima de 100%, o produto continuará a perder água. De acordo com FINGER & VIEIRA (1997), como regra geral, as folhosas são armazenadas entre 90 e 95% de umidade relativa.

A taxa de transpiração é também afetada por certas propriedades das hortaliças como a morfologia, as características anatômicas, os danos superficiais, o estágio de maturação e outros fatores ambientais, como temperatura, movimento do ar e pressão atmosférica. Hortaliças folhosas perdem água pela grande superfície específica (razão entre a área e o volume do produto).

A perda de peso do produto pode ser reduzida, dentre outras maneiras, mantendo-se alta a umidade relativa em torno do produto, reduzindo-se a temperatura e a respiração com o pré-resfriamento. Embalagens com atmosfera modificada ajudam a manter valores elevados de umidade relativa no seu interior, o que pode ser vantajoso pela diminuição da perda de peso do produto.

## 2.4. Pré-resfriamento

Um dos mais importantes fatores que afetam a vida pós-colheita e qualidade dos produtos hortícolas é a temperatura. A perda da qualidade após a colheita ocorre como resultado de processos fisiológicos e bioquímicos, onde sua taxa é influenciada primariamente pela temperatura do produto. Como a manutenção da qualidade comercial é de vital importância, é necessário não somente resfriar o produto, mas fazê-lo o mais rapidamente possível após a colheita (BROSNAN & SUN, 2001).

O pré-resfriamento refere-se à rápida remoção do calor de campo das frutas e hortaliças colhidas frescas antes da comercialização, armazenamento ou processamento, mantendo o frescor e *flavor* da pré-colheita (BECKER & FRICKE, 2002). Algumas hortaliças são altamente perecíveis, necessitando pré-resfriamento após a colheita, como milho doce, aipo, aspargo, cenoura e brócolis (BROSNAN & SUN, 2001).

BELZILE (1982) citado por CORTEZ et al. (2002c) mostra que a alface colhida a 20 °C no Canadá, e resfriada imediatamente a 2 °C, pode ser comercializada por 8 dias, porém se houver espera de 6 horas o tempo de comercialização é reduzido a 6 dias; se for 12 horas é 4 dias e 18 horas é 2 dias.

O hidrosfriamento é o pré-resfriamento em que o produto é aspergido com água ou imerso com agitação em água resfriada (BECKER & FRICKE, 2002). Quando o filme de água gelada flui rápida e uniformemente sobre a superfície do produto, que está mais quente que a água, a temperatura desta superfície torna-se igual à temperatura da água. Neste processo, o produto hortícola é resfriado com água gelada por imersão, lavagem ou aspersão (CORTEZ et al., 2002b).

Os tempos típicos de resfriamento com água gelada são de 10 minutos a 1 hora, dependendo da dimensão do produto (CORTEZ et al., 2002b). Os sistemas com água fria (*hydrocooling*) são interessantes como tecnologia, com altas taxas de transferência de calor, que pode resultar em resfriamento três vezes mais rápido em comparação ao resfriamento por ar forçado, ou dez vezes mais rápido, quando produtos são colocados em salas convencionais de armazenamento (TERUEL et al., 2002).

O uso do gelo na água aumenta ainda mais as vantagens do resfriamento à água por aumentar substancialmente a capacidade frigorífica porque o gelo pode fornecer frio de forma prolongada (VIGNEAULT & CORTEZ, 2002). Segundo alguns autores, o gelo sem água não deve ser usado no resfriamento de produtos hortícolas, pois a troca de calor entre o produto e o gelo é muito lenta. Ensaios em escala comercial demonstraram que a colocação de gelo sem água, em contato direto com produtos quentes, pode provocar estresse térmico considerável, podendo acarretar freqüentemente problemas de congelamento na superfície do produto. A mistura de água com gelo (gelo líquido ou *liquid icing*) elimina automaticamente esses problemas.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIR-SHAPIRA, D.; GOLDSCHMIDT, E. E.; ALTMAN, A. Chlorophyll catabolism in senescing plant tissues: *In vivo* breakdown intermediates suggest different degradative pathways for *Citrus* fruit and parsley leaves. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 84, p. 1901-1905, 1987.

APELAND, J. Factors affecting respiration and colour during storage of parsley. **Acta Horticulturae**, n. 20, p. 43-52, 1971.

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.

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

CANETTI, L.; LOMANIEC, E.; ELKIND, Y.; LERS, A. Nuclease activities associated with dark-induced and natural leaf senescence in parsley. **Plant Science**, v. 163, p. 873-880, 2002.

CARVALHO FILHO, C. D.; HONÓRIO, S. L.; VIGNEAULT, C.; RAGHAVAN, V. G. S.; PRANGE, R. K. **Técnicas de armazenagem com a atmosfera modificada e controlada**. In: Cortez, L. A. B. et al. (ed.) Resfriamento de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças. pg. 386-409, 2002.

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. pg. 18-35, 2002a.

CORTEZ, L. A. B.; VIGNEAULT, C.; CASTRO, L. R. **Método de resfriamento rápido por água gelada**. In: Cortez, L. A. B. et al. (ed.) Resfriamento de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças. pg. 274-281, 2002b.

CORTEZ, L. A. B.; SIQUEIRA JÚNIOR, V.; AFONSO, M. R. A. **Método de resfriamento rápido a vácuo**. In: Cortez, L. A. B. et al. (ed.) Resfriamento de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças. pg. 312-331, 2002c.

FAO. FAOSTAT Database results [2004]. Disponível em: < [http://apps.fao.org/page/ form ? collection = Production.Crops.Primary & Domain = Production & servlet = 1 & language = EN & hostname = apps.fao.org & version = default](http://apps.fao.org/page/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&language=EN&hostname=apps.fao.org&version=default) >. Acesso em: Ago. 2006.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.

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

HEREDIA, N. A. Z.; VIEIRA, M. do C.; WEISMANN, M.; LOURENÇÃO, A. L. F. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 574-577, 2003.

JUSTESEN, U.; KNUTHSEN, P. Composition of flavonoids in fresh herbs and calculation of flavonoid intake by use of herbs in traditional Danish dishes. **Food Chemistry**, n. 73, p. 245-250, 2001.

LIM, P. O.; WOO, H. R.; NAM, H. G. Molecular genetics of leaf senescence in Arabidopsis - Review. **Trends in Plant Science**, v. 8, n. 6, p. 272- 278, 2003.

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

MAKISHIMA, N. Aspectos gerais da cultura da salsa. **Informe Agropecuário**, v. 10, n. 120, p. 78-80, 1984.

MAcLEOD, A. J.; SNYDER, C. H.; SUBRAMANIAN, G. Volatile aroma constituents of parsley leaves. **Phytochemistry**, v. 24, n. 11, p. 2623-2627, 1985.

NIELSEN, S. E.; YOUNG, J. F.; DANESHVAR, B.; LAURIDSEN, S. T.; KNUTHSEN, P.; SANDSTRÖN, B.; DRAGSTED, L. O. Effect of parsley (*Petroselinum crispum*) intake on urinary apigenin excretion, blood antioxidant enzymes and biomarkers for oxidative stress in human subjects. **British Journal of Nutrition**, n. 81, p. 447-455, 1999.

PARK, K. W.; KANG, H. M.; YANG, E. M.; JUNG, J. C. Effects of film package and storage temperature on the quality of parsley in modified atmosphere storage. **Acta Horticulturae**, n. 483, p. 291-298, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Trad. Santarém, E. R. et. al. Porto Alegre: Artmed. 719p., 2004.

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. (ed.) Resfriamento de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças. pg. 284-310, 2002.

WILLS, R. B. H.; LIM, J. S. K.; GREENFIELD, H. Composition of Australian foods. Leafy, stem and other vegetables. **Food Technology in Australia**, n. 10, p. 416-417, 1986.

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.

YAMAUCHI, N.; WATADA, A. E. Pigment changes in parsley leaves during storage in controlled or ethylene containing atmosphere. **Journal Food Science**, v. 58, n. 3, p. 616-618, 1993.

## CAPÍTULO 1 - EFEITO DO PRÉ-RESFRIAMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE SALSINHA

### RESUMO

As condições de estresse após a colheita induzem nas folhas destacadas o processo acelerado de senescência. No Brasil, a salsinha tem sido distribuída em temperatura ambiente, sem qualquer tratamento. O pré-resfriamento antes da comercialização, armazenamento ou processamento, refere-se à rápida remoção do calor de campo dos produtos hortícolas colhidos frescos mantendo o frescor e aroma da pré-colheita. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do pré-resfriamento na conservação pós-colheita de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' armazenada sob refrigeração. Ramos de salsinha (*Petroselinum crispum*) foram selecionados, cortados, separados em maços de 30 g e submetidos aos tratamentos T1 (controle) e T2 (pré-resfriamento por 15 minutos com a mistura a 5 °C de gelo moído e água). Posteriormente os maços foram armazenados em câmara a 5 °C por 7 dias. Avaliou-se a perda de massa fresca, teor de clorofila, o teor relativo de água e os teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido. Houve efeito do tratamento com pré-resfriamento quanto à manutenção do peso das folhas nas primeiras 12 horas de armazenamento a 5 °C e do teor relativo de água após o armazenamento, com rápido murchamento das folhas que não foram pré-resfriadas. O murchamento expressou-se visivelmente durante o período experimental, de modo que a perda de massa dos ramos até o início do murchamento visual foi de 10% em relação à massa inicial, o que foi verificado após 30 e 42 horas de armazenamento para o tratamento controle e com pré-resfriamento, respectivamente. Não houve alteração dos teores de clorofila, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido ao longo do armazenamento. Portanto, recomenda-se o tratamento com pré-resfriamento como prática eficiente para que o consumidor possa adquirir salsinha de qualidade.

**Palavras-chave:** *Petroselinum crispum*; conservação; pré-resfriamento.

## ABSTRACT

### EFFECT OF PRECOOLING ON THE POSTHARVEST OF PARSLEY.

The stress conditions after harvesting induce in the leaves accelerated process of senescence. In Brazil, the parsley has been distributed at room temperature, without any treatment. The precooling before the commercialization, storage or processing removes quickly the heat of field from the products harvested. The objective of this work was of evaluating the effect of the precooling in the conservation of parsley ' Great Portuguesa' stored under refrigeration. The leaves were selected, standardized, separated in bundles of 30 g and submitted to the following treatments: T1 (control) and T2 (precooling for 15 minutes in cold water at 5 °C). Later the bundles were stored at 5°C for 7 days. It was analyzed the loss of fresh mass, content of chlorophyll, the relative water content, total soluble sugar content, reducing sugar, non-reducing sugar and starch. There was effect of the precooling treatment regarding the maintenance of the fresh weight of the leaves in the first 12 hours of storage at 5 °C and of the relative water content, with faster wilting in the leaves not pre-cooled. The leaf wilting was expressed visibly during the experimental period, thus the lost of fresh mass of the bunches started when the reduction of fresh matter reached at about 11% in relation to the initial mass, which occurred at 36 and 48 hours of storage for the treatment in the control and precooled leaves, respectively. The content of chlorophyll, total soluble sugar content, reducing sugar, non-reducing sugar and starch kept constant during the storage. Therefore, the precooling is an efficient practice to retard the lost of leaves and offer to the consumer a better product.

**Keywords:** *Petroselinum crispum*; conservation; precooling.

## 1. INTRODUÇÃO

As condições de estresse após a colheita induzem nas folhas destacadas o processo acelerado de senescência que está associada à separação da planta, exposição à escuridão e à liberação do etileno. Devido à rápida deterioração, os produtos perecíveis, como as hortaliças folhosas, não têm potencial de conservação além de alguns dias ou semanas após o destaque da planta original, exigindo consumo imediato ou técnicas de conservação pós-colheita.

Na maioria dos estabelecimentos do Brasil a salsinha tem sido distribuída em temperatura ambiente, sem qualquer tratamento, simplesmente amarrada em maços. Dessa forma, o amarelecimento e murcha tem sido os maiores problemas na pós-colheita desta folhosa. Obviamente, o tratamento pós-colheita é muito importante na manutenção da qualidade e extensão da vida-de-prateleira.

O armazenamento sob baixas temperaturas é considerado como o método mais eficiente por manter a qualidade da maioria dos produtos hortícolas, devido aos seus efeitos na redução da respiração, transpiração, produção de etileno, amadurecimento, senescência e desenvolvimento de podridões (HARDENBURG et al., 1986). A temperatura é o fator mais crítico após a colheita, não só por afetar a taxa de deterioração do produto, como também por modificar o efeito de todos os outros fatores. WILLS et al. (1998) descrevem a temperatura como “individualmente, o fator mais importante” na qualidade de produtos hortícolas.

Todos os produtos hortícolas frescos são expostos por algum período, inicialmente, à temperatura ambiente após a sua colheita, tempo no qual são classificados e embalados estando, portanto, sujeitos às situações estressantes que, na maioria das vezes, prossegue durante transporte e venda. As maiores alterações fisiológicas, bioquímicas e moleculares de vários produtos como o aspargo (LILL et al., 1990) e brócolis (GALVÃO, 2005) ocorrem nas primeiras horas após a colheita. Portanto, como a manutenção da qualidade comercial é de vital importância, é necessário não somente resfriar o produto, mas também resfriá-lo o mais rapidamente possível após a colheita (BROSNAN & SUN, 2001) provocando a redução da atividade metabólica do produto que pode resultar na rápida deterioração (GILLIES & TOIVONEN,

1995). O pré-resfriamento antes da comercialização, armazenamento ou processamento, refere-se à rápida remoção do calor de campo dos produtos hortícolas colhidos frescos mantendo o frescor e aroma da pré-colheita (BECKER & FRICKE, 2002). Algumas hortaliças são altamente perecíveis, necessitando pré-resfriamento após a colheita, como o aspargo, brócole, couve-flor, repolho, alface e espinafre (GAST & FLORES, 1991).

O hidioresfriamento é o pré-resfriamento em que o produto é aspergido com água fria ou imerso em água resfriada (BECKER e FRICKE, 2002). O uso do gelo na água é a alternativa que visa aumentar ainda mais as vantagens do resfriamento à água, aumentando substancialmente a capacidade frigorífica porque o gelo pode fornecer frio de forma prolongada. Pode ser utilizada a mistura de água com gelo (gelo líquido) como processo rápido e fácil de pré-resfriamento de algumas hortaliças (CORTEZ et al., 2002). O tempo de resfriamento varia proporcionalmente com o volume do produto, sendo as hortaliças resfriadas de 1,5 até 55 minutos (TERUEL et al, 2004). Portanto, existem possibilidades de tratamentos pós-colheita que propiciam ao consumidor folhosas de qualidade, com maior vida-de-prateleira do produto. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do pré-resfriamento na conservação pós-colheita de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' armazenada com refrigeração.

## **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 salsinha (*Petroselinum crispum*) variedade lisa 'Graúda Portuguesa', com todos os manejos culturais recomendados à cultura até o ponto de colheita. A propagação foi realizada por meio de semeadura direta com espaçamento de 10 cm entre linhas. Os ramos foram colhidos com o corte na altura do colo da planta aos 80 dias após a semeadura. A colheita foi realizada no período da manhã, entre 7 e 8 horas, no mês de novembro de 2005 e, imediatamente, os ramos foram transportados ao laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa onde se procedeu aos tratamentos.

Os ramos foram selecionados, sendo retiradas as folhas deterioradas, murchas ou amareladas. Estes foram cortados em aproximadamente 20 cm de comprimento, separados em maços de 30 g e submetidos aos tratamentos: T1 = armazenamento a 5 °C (controle) e T2 = pré-resfriamento por 15 minutos com imersão na mistura de gelo moído e água (1:3 v/v) a 5 °C e armazenamento em câmara a 5 °C. Foram necessárias 2 horas no transporte dos ramos do campo até o laboratório incluindo a seleção, o corte dos ramos, a confecção dos maços e a aplicação dos tratamentos. O experimento foi analisado por 7 dias (168 horas). A umidade relativa foi avaliada ao longo do experimento, obtendo-se no final média de 50%.

Inicialmente, na escolha do tempo de pré-resfriamento foi feita a experimentação com maços de salsinha da mesma variedade submetidos a 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 interna dos maços com a introdução de um termômetro no interior.

### **2.1. Perda de massa de folhas frescas**

Durante o armazenamento, os maços foram pesados em 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas após o tratamento. A perda de massa foi estimada em relação à massa inicial dos ramos antes do tratamento:

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

PMF = perda de massa fresca (%)

MFI = massa fresca inicial (g)

MFF = massa 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 análise dos teores estimados de clorofila foi realizada em 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 72, 96, 120 e 144 horas após o tratamento, sendo feitas 10 leituras em cada maço amostrado no folíolo central, às quais foram expressas em unidades SPAD.

## 2.3. Teor relativo de água

O teor relativo de água das folhas, antes dos tratamentos e a cada 24 horas de armazenamento a 5 °C, foi avaliado pelo corte de 5 seções (em cada repetição), de aproximadamente 2,5 x 1,0 cm cada, retiradas manualmente. As folhas apicais amostradas foram seccionadas na nervura central, como mostrado na Figura 1, onde as seções foram pesadas inicialmente obtendo-se a massa fresca (F).



Figura 1 – Amostra para análise do teor relativo de água de folhas de salsa.

As mesmas seções das folhas foram hidratadas em espuma de poliuretano de 2 cm de espessura. A espuma, em recipiente, foi umedecida periodicamente com água destilada, evitando-se o seu encharcamento e ressecamento, até o final do experimento. As seções das folhas foram mantidas em hidratação na espuma por seis horas, tempo em que alcançaram a porcentagem máxima de hidratação. Após esse período de hidratação, as seções das folhas foram pesadas novamente, obtendo-se a massa túrgida (T). Em seguida, foi obtida a massa seca (W) por secagem em estufa com fluxo de ar forçado, a 70 °C, até massa constante. Procedeu-se, então, o cálculo do teor relativo de água (TRA), conforme descrito por CATSKY (1974), com a equação citada por WEATHERLEY (1950):

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

F = peso de massa fresca (g);

W = peso de massa seca (g) e

T = peso de massa túrgida (g).

#### **2.4. Teor de açúcares solúveis totais**

Durante o armazenamento, as análises de açúcares solúveis totais foram realizadas em 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 72, 96, 120 e 168 horas após o tratamento.

##### **a) Extração**

Na obtenção das amostras representativas foi pesado 1 g de folhas de salsinha, transferidas ao almofariz, adicionado etanol 80% fervente, por 30 minutos, e realizada a trituração manual destas folhas. Após a trituração, o sobrenadante foi filtrado em papel filtro qualitativo 80 G, seguindo-se três lavagens com etanol 80%, onde o volume combinado das filtrações foi completado a 50 mL em balão volumétrico com etanol 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 em papel de filtro foi secado em estufa a 65 °C por 24 horas e armazenado em dessecadores sendo posteriormente feita a determinação do teor de amido.

#### **b) Quantificação dos açúcares solúveis totais**

Inicialmente, os conteúdos de cada amostra foram conferidos e tendo havido diminuição do volume este foi completado a 50mL com etanol 80%. Na quantificação dos açúcares solúveis totais foi empregado o método fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). Sempre em duplicata, procederam-se as diluições prévias de 20 vezes (2,5 mL do extrato alcoólico completado para 50 mL com água destilada) e deste extrato diluído foi retirada uma amostra de 0,5 mL que foi transferida ao tubo de ensaio com rosca. Em cada tubo foi adicionado 0,5 mL de fenol a 5% e em banho de gelo foram adicionados 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Os tubos foram agitados com vortex e levados por 20 minutos ao banho-maria com temperatura de 30 °C. Após remoção dos tubos do banho-maria, estes foram novamente agitados e colocados em temperatura ambiente por 30 minutos e, então, procedeu-se a leitura da absorbância em  $\lambda = 490$  nm em espectrofotômetro Shimatzu, modelo UV1601. Os valores obtidos foram comparados com a curva padrão de glicose a 1% nas concentrações de 0, 25, 50, 75 e 100  $\mu\text{L}.\text{mL}^{-1}$ .

O teor de açúcares solúveis totais foi obtido pelo método direto utilizando-se a equação pré-estabelecida:

$$\text{AST (\%)} = ((L \times n \times v) / (\text{MF} \times \text{MS})) \times 100 \quad \text{em que:}$$

AST, açúcares solúveis totais na MS da amostra (%);

L, concentração da amostra obtida pela leitura do espectrofotômetro ( $\text{g}.\text{mL}^{-1}$ );

n, número de diluições caso existir (no caso, 20 vezes);

v, volume final do extrato bruto (50 mL);

MF, massa fresca obtida inicialmente pela amostra composta (1g) e

MS, massa seca obtida anteriormente (0,2159)\*.

\* A porcentagem de massa seca foi estimada por gravimetria, após a secagem do tecido em estufa de circulação forçada a 70 °C, por 24 h, em seis repetições. A massa seca foi 21,59%.

## **2.5. Teor de açúcares redutores e não redutores**

### **a) Amostra**

Foram utilizadas as mesmas amostras de extrato alcoólico utilizado na quantificação de açúcares solúveis totais.

### **b) Quantificação do teor de açúcares redutores**

Dos extratos alcoólicos, 0,1 mL foi transferido ao tubo de ensaio com rosca, o volume completado a 0,5 mL com água destilada e acrescentado 0,5 mL de reativo de Nelson (14,4 mL de reativo de Nelson A + 0,6 mL de reativo de Nelson B) pelo método de Somogy-Nelson (NELSON, 1944). Os tubos foram, então, agitados e levados ao banho-maria a 80 °C por 20 minutos. Foram resfriados rapidamente em banho de gelo, adicionados 0,5 mL de solução Arsenomolibdica e agitados ao acaso por 5 minutos. Foram adicionados 3,5 mL de água destilada aos tubos que, posteriormente, foram agitados em Vortex e procedida a leitura das absorbâncias a 540 nm no espectrofotômetro. Os valores obtidos foram comparados com a curva padrão de glicose.

Os açúcares não redutores foram estimados subtraindo-se o teor de açúcares redutores do teor de açúcares solúveis totais.

## **2.6. Teor de amido**

### **a) Preparação das amostras**

Foi utilizado o resíduo obtido pela extração de açúcares solúveis totais após secagem por 24 h à temperatura de 65 °C mediante metodologia descrita

por McCREADY et al. (1950). As amostras foram transferidas com espátula do papel filtro ao almofariz sendo submetidas à desintegração. As amostras foram colocadas em tubo de ensaio com rosca e ressuspensa em 2,5 mL de água destilada e 3,25 mL de ácido perclórico 52%, agitado em Vortex e deixado em repouso por 30 minutos. Em seguida foram centrifugadas a 2000g em centrífuga “Excelsa Baby I Modelo 206” por 10 minutos. Os sobrenadantes foram coletados em proveta de 25 mL. Esta operação foi realizada por 3 vezes, ou mais se o conteúdo estivesse turvo, e o volume das provetas foi completado com água destilada. O extrato foi armazenado no “freezer” em frascos tampados até o momento da quantificação.

#### **b) Quantificação do teor de amido**

As amostras armazenadas foram retiradas e colocadas à temperatura ambiente antecipadamente. Foi realizada a diluição de 20 vezes (2,5 mL do extrato bruto em balão de 50 mL completado com água destilada). Desta diluição uma alíquota de 0,5 mL foi utilizada na quantificação de amido.

A determinação da concentração de amido foi efetuada seguindo o mesmo procedimento da determinação do teor de açúcares solúveis totais.

O teor de amido foi obtido pelo método direto utilizando-se a equação pré-estabelecida:

$$AM (\%) = ((L \times n \times v) / (MF \times MS)) \times 100 \times 0,9 \text{ em que:}$$

AM, amido na MS da amostra (%);

L, concentração da amostra obtida pela leitura do espectrofotômetro (g.mL<sup>-1</sup>);

n, número de diluições caso existir (no caso, 20 vezes);

v, volume final do extrato bruto (25 mL);

MF, massa fresca obtida pela amostra composta inicialmente (1 g) e

MS, massa seca obtida anteriormente (0,2159).

## 2.7. Análise estatística

O experimento foi instalado segundo o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas os tempos de armazenamento no delineamento inteiramente casualizado, sendo um maço de 30 g a unidade experimental. As variáveis perda de massa e teor relativo de água foram avaliadas em quatro repetições e as variáveis teor de clorofila, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido foram avaliadas em três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. As médias do fator qualitativo foram comparadas utilizando-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão utilizando o teste “t” de Student, adotando-se o nível de 5% de probabilidade no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico. O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) foi calculado em relação à média:

$$r^2 = \frac{SQ_{reg}}{SQ_T}, \text{ onde:}$$

$SQ_{reg}$  = soma de quadrado devido a regressão; e

$SQ_T$  = soma de quadrado do tratamento (tempo após o tratamento).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Tempo de pré-resfriamento

Na escolha do tempo de pré-resfriamento observa-se que a temperatura interna dos maços decresceu à medida que se aumentou o tempo de pré-resfriamento (Tabela 1).

Tabela 1 – Períodos de pré-resfriamento dos maços de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ na mistura a 5 °C de gelo moído e água (1:3 v/v). Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tempo de pré-resfriamento (minutos)	Temperatura interna do maço (°C)
0	20,0
5	16,0
10	12,5
15	8,9
30	8,7
45	8,7
60	8,5

A taxa de resfriamento do produto depende primariamente de muitos fatores, incluindo a transferência de calor, diferença de temperatura entre o produto e o meio de resfriamento, características termais do produto, tamanho e forma do produto, natureza do meio de resfriamento, e relação superfície/volume. O produto resfria rapidamente no início do pré-resfriamento com subsequente período de lenta taxa de resfriamento (BROSNAN & SUN, 2001). Este comportamento foi verificado no experimento (Figura 2), sendo as folhas resfriadas de 20 °C antes da aplicação do tratamento para 8,6 °C aos 15,3 minutos de pré-resfriamento com água gelada. A partir deste período houve uma estabilização da temperatura interna dos maços, indicando que 15 minutos seria o tempo adequado a este tratamento pós-colheita da salsinha.

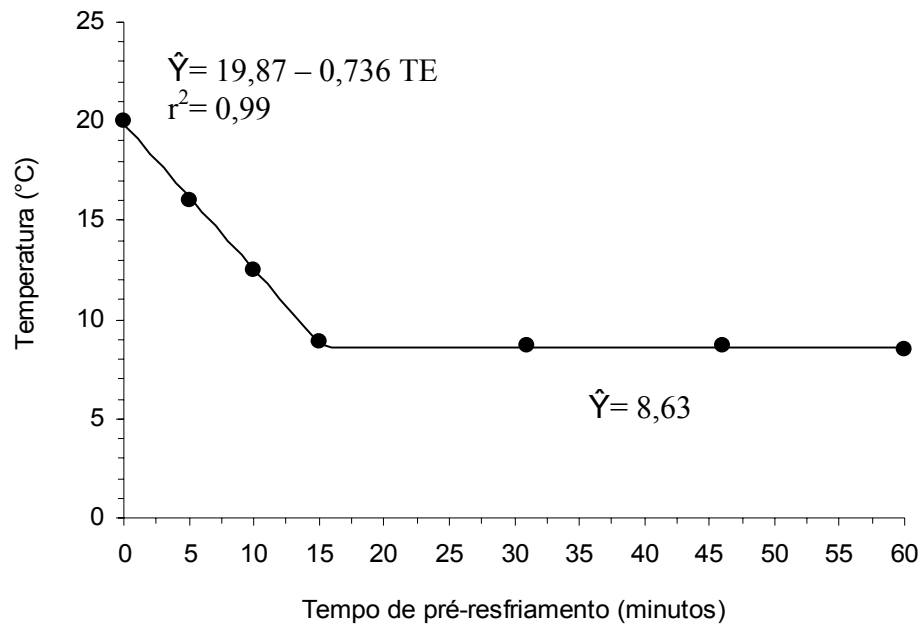


Figura 2 – Valores médios das temperaturas internas dos maços de salsa lisa ‘Graúda Portuguesa’ em função do tempo de pré-resfriamento. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

### 3.2. Perda de massa de folhas frescas

Houve interação significativa entre tratamentos e tempo de armazenamento pós-colheita quanto à perda de massa acumulada das folhas de salsa pré-resfriadas e o controle durante o período de 7 dias (168 horas) de armazenamento a 5 °C (Tabela 2). Houve diferença significativa entre os tratamentos apenas a 6 e a 12 horas de armazenamento, observando-se no tratamento controle perda de massa de 6,37 e 7,55%, respectivamente, sendo superior ao tratamento com pré-resfriamento com apenas 0% e 2,35% de perda de massa nestes períodos. Sequencialmente, não houve diferença entre os tratamentos quanto à perda de massa das folhas. Ao final de 7 dias de armazenamento (168 horas), as folhas de ambos os tratamentos apresentaram perdas de massa finais próximas de 28%. Deste modo, observou-se que o pré-resfriamento por 15 minutos com água gelada após a colheita foi efetivo em reduzir a perda de massa das folhas de salsa nas primeiras 12 horas de armazenamento a 5 °C, com rápido murchamento das folhas que não foram pré-resfriadas. GALVÃO (2005) também observou resultado semelhante com efeito do pré-resfriamento com gelo picado sobre a redução da perda de massa de brócolis nas primeiras 24 horas de armazenamento a 5 °C. Este efeito foi

explicado pela redução do gradiente de pressão de vapor e da taxa de difusão do vapor de água do produto para o ambiente já que, como citado por TAIZ & ZEIGER (2004), a perda de umidade de produtos frescos é grandemente determinada pela diferença entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ar circundante. O pré-resfriamento diminui a temperatura do produto, reduzindo a respiração e produção de calor logo após a colheita. Quando o produto é armazenado frio, em temperatura próxima à de armazenamento, há esta redução no gradiente de pressão de vapor entre o produto e o ar ao seu redor e, conseqüentemente, existe uma diminuição da perda de massa nos estádios iniciais de armazenamento.

Tabela 2 – Valores médios de perda de massa acumulada (%) em folhas de salsinha durante o armazenamento a 5 °C por 7 dias (168 horas) sem e com pré-resfriamento. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tempo de armazenamento	sem pré-resfriamento	com pré-resfriamento
0 h	0,00 a	0,00 a
6 h	6,37 a	0,00 b
12 h	7,55 a	2,35 b
18 h	8,65 a	5,58 a
24 h (1 dia)	9,50 a	7,27 a
30 h	10,31 a	8,53 a
36 h	11,12 a	9,70 a
42 h	12,03 a	10,92 a
48 h (2 dias)	12,87 a	11,73 a
72 h (3 dias)	16,97 a	15,92 a
96 h (4 dias)	19,93 a	19,81 a
120 h (5 dias)	23,06 a	22,69 a
144 h (6 dias)	26,01 a	25,29 a
168 h (7 dias)	28,27 a	28,03 a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Houve comportamento linear e crescente nos dois tratamentos durante o período de armazenamento a 5 °C (Figura 3). Esta linearidade já foi observada em várias hortaliças como cenoura (SHIBAIRO et al., 2002) e alface (MARTINEZ & ARTÉS, 1999). Nos tratamentos controle e pré-resfriamento, as taxas de perda de massa por hora das folhas foram estimadas em, respectivamente, 0,196% (4,72% ao dia) e 0,188% (4,53% ao dia).

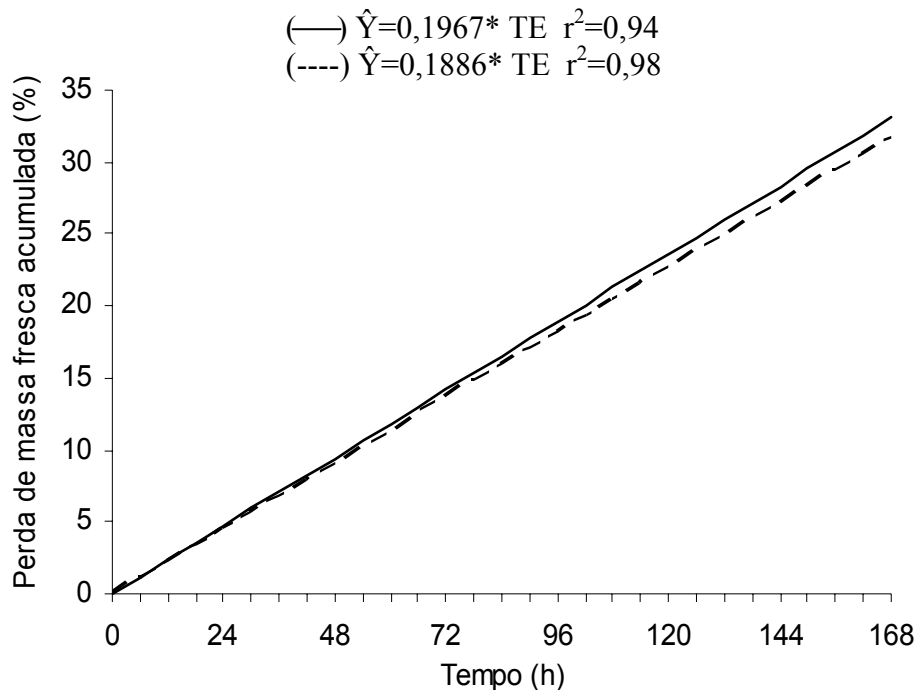


Figura 3 – Estimativa da perda de massa acumulada (%) em folhas de salsa em função do tempo (TE) armazenadas a 5 °C por 7 dias sem (—) e com (---) pré-resfriamento. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Em muitas hortaliças folhosas pode ser observado rápido declínio de qualidade pós-colheita dos produtos, com perda de peso entre 5% e 10%, acarretando perda da turgidez (LIPTON, 1987). Segundo PARK et al. (1999), em salsa a perda de massa de 5-7% já torna o produto não comercializável. Porém a porcentagem absoluta de perda de massa depende da exigência do consumidor. No presente experimento, verificou-se que a aparência e conservação pós-colheita foram influenciadas pelo tratamento. O murchamento e o enrugamento de frutos e hortaliças são sintomas iniciais da excessiva perda de água, além disso, podem acelerar a deterioração pelo aumento da taxa de algumas reações de origem predominantemente catabólicas (FINGER & VIEIRA, 1997). O murchamento expressou-se visivelmente durante o período experimental, de modo que a perda de massa dos ramos até o início do murchamento visual foi de 10% em relação à massa inicial, o que foi verificado (Tabela 2) a 30 e 42 horas de armazenamento no tratamento controle e com pré-resfriamento, respectivamente. Perdas de água excessivas levam ao desenvolvimento de estresse hídrico das folhas e, conseqüentemente, à aceleração da senescência destas (LAZAN et al., 1987).

### 3.3. Análise de clorofila

#### 3.3.1. Relação entre valores SPAD e teor de clorofila

Inicialmente, foi feita a relação entre valores SPAD e teores de clorofila da salsinha lisa 'Graúda Portuguesa'. Foram selecionados oito graus de coloração das folhas e feita comparação dos dados. Na determinação dos índices SPAD, as leituras foram feitas introduzindo-se no clorofilômetro SPAD-502, da Minolta, o folíolo central de cada folha apical escolhida aleatoriamente, realizando-se 10 leituras por nível de coloração (Tabela 3). Foi realizada a extração da clorofila pelo método químico de determinação de ARNON (1949) onde 1 g das folhas foi macerado em cadinho de porcelana e pistilo com areia lavada e acetona 80%. Logo depois, foi realizada a filtragem em funil com papel filtro para um balão de 25 mL, sendo completado o volume com acetona 80%. Foram realizadas leituras em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 646,8 e 663,2 nm, usando acetona 80% como branco. As equações de LICHTENTHALER (1987) foram utilizadas na determinação de clorofila extraída em extrato cetônico ( $\text{mg} \cdot 100\text{g peso fresco}^{-1}$ ) (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios das leituras SPAD, teores de clorofila a, clorofila b e clorofila total de folhas de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' em oito níveis de coloração das folhas. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Valores SPAD	clorofila a*	clorofila b*	clorofila total*
3,03	11,53	4,81	16,34
10,91	37,83	16,49	54,32
18,34	39,69	18,53	58,21
20,15	69,97	22,23	92,2
26,55	61,91	26,6	88,51
28,18	99,03	36,63	135,66
37,27	133,28	58,79	192,08
40,99	165,58	52,57	218,16

\*  $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  peso fresco das folhas.  
Cada dado é a média de 10 valores.

Com os dados foi elaborado o gráfico (Figura 4) da relação entre o conteúdo de clorofila total (método químico) e os índices SPAD por meio da equação linear de regressão.

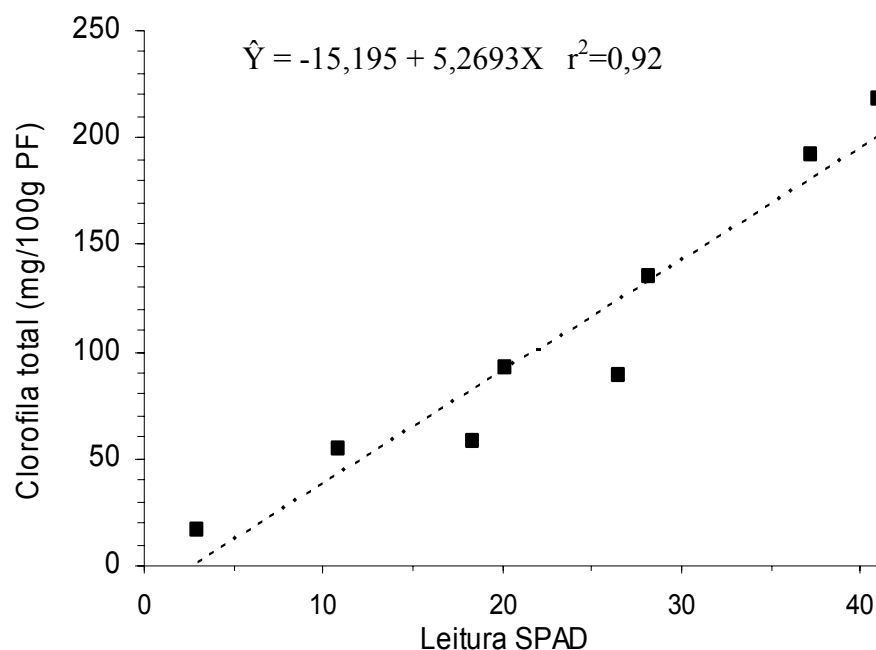


Figura 4 – Estimativa da relação entre unidades SPAD e o teor de clorofila total das folhas de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ em oito níveis de coloração das folhas. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

### 3.3.2. Análise de clorofila no experimento

Houve interação significativa entre tratamentos e tempo de armazenamento pós-colheita. Os valores SPAD, referentes à clorofila, das folhas de salsinha pré-resfriadas e o controle, durante o armazenamento a 5 °C encontram-se na Tabela 4.

Observou-se diferença significativa entre os tratamentos apenas no tempo “0h” após armazenamento, obtendo-se no tratamento controle 41,76 unidades SPAD, sendo superior ao tratamento com pré-resfriamento com 39,14 unidades SPAD (Tabela 4). Após este período não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto aos valores SPAD, referentes à clorofila das folhas.

Tabela 4 – Valores médios dos teores de clorofila (unidades SPAD) em folhas de salsinha durante o armazenamento a 5 °C sem e com pré-resfriamento. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tempo de armazenamento (horas)	sem pré-resfriamento	com pré-resfriamento
0	41,76 a	39,14 b
6	41,60 a	39,39 a
12	41,17 a	40,21 a
18	41,75 a	40,49 a
24	41,94 a	39,93 a
30	41,25 a	39,48 a
36	42,38 a	40,35 a
42	41,34 a	40,71 a
48	41,34 a	40,56 a
72	41,62 a	41,70 a
96	43,74 a	41,82 a
120	43,24 a	41,84 a
144	41,75 a	42,66 a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Cada dado é a média de 30 valores.

Os valores SPAD evidenciam que, independentemente do tratamento pós-colheita, o teor de clorofila das folhas não foi influenciado pelo tempo de armazenamento a 5 °C (Tabela 5).

Tabela 5 – Equações de regressão ajustadas dos teores de clorofila ( $\hat{Y}$  = unidades SPAD) de folhas de salsinha em função do tempo pós-colheita, nos tratamentos controle e com pré-resfriamento durante o armazenamento a 5 °C por 7 dias. Viçosa– Minas Gerais, 2006.

Tratamentos	Equações ajustadas
controle	$\hat{Y} = 41,91$
pré-resfriamento	$\hat{Y} = 40,60$

Os valores SPAD médios para os tratamentos controle e com pré-resfriamento foram 41,91 e 40,60 unidades SPAD, respectivamente, o que corresponde de acordo com a equação a 205,6 e 198,7 mg.100 g<sup>-1</sup> de clorofila total nas folhas, permanecendo verdes durante todo o período. A baixa

temperatura impediu a degradação de clorofila resultando em folhas verdes ao final do armazenamento.

Um dos sintomas da senescência pós-colheita nas hortaliças folhosas como a salsa é a perda de cor verde e a temperatura é o fator crítico principal da taxa de degradação da clorofila (PARK et al., 1999). Provavelmente, a baixa temperatura nas folhas paralisou o processo de degradação, fazendo com que as plantas no final do armazenamento a 5 °C estivessem murchas, porém verdes. Dessa forma, se o objetivo é manter a qualidade com aumento da vida útil, torna-se indispensável a manutenção do produto em baixa temperatura, já que a coloração destaca-se pela atratividade ao consumidor.

### 3.4. Teor relativo de água

Acompanhando a perda de massa observou-se redução linear do teor relativo de água nas folhas ao longo do período de armazenamento a 5 °C, com a taxa de decréscimo diário de 4,56 % (Figura 5).

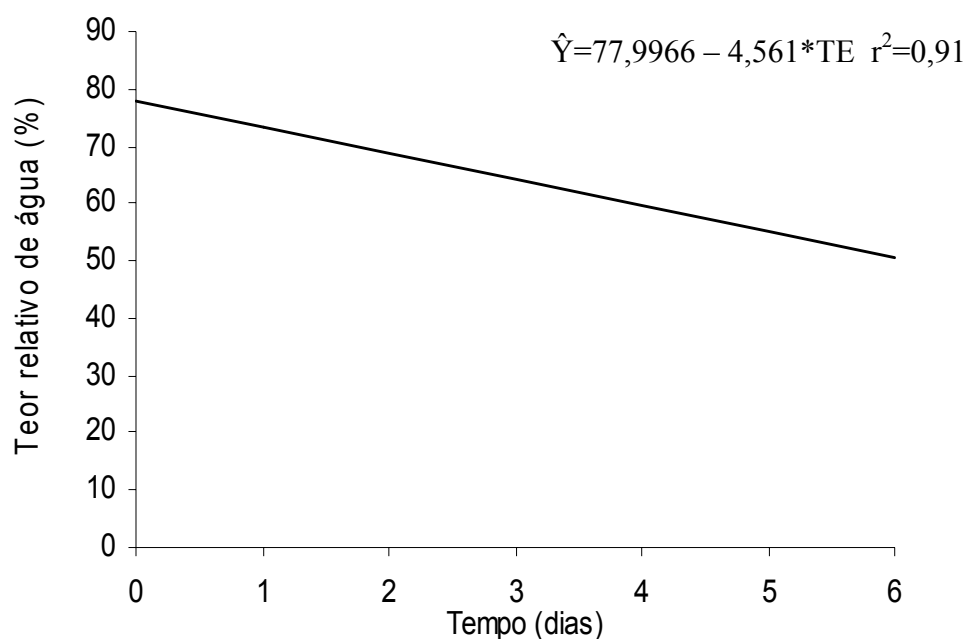


Figura 5 – Estimativa do teor relativo de água em folhas de salsa em função do tempo (TE) armazenadas a 5 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t".

O deslocamento de água deve ser preferencialmente ao ambiente, pois paralelamente à redução do teor relativo de água das folhas houve aumento da porcentagem de perda de massa dos maços com o período de armazenamento.

Foi observada a importância da redução rápida da temperatura após a colheita de salsinha no retardamento da desidratação. Nas folhas submetidas ao pré-resfriamento com água gelada os valores médios do teor relativo de água foram maiores que o controle (66,27% e 62,36%, respectivamente, pré-resfriamento e controle) (Figura 6). O balanço hídrico é o principal fator determinante da longevidade das folhosas (TAIZ & ZEIGER, 2004), ressaltando-se que a falta de água no organismo acelera a senescência (MAYAK, 1987).

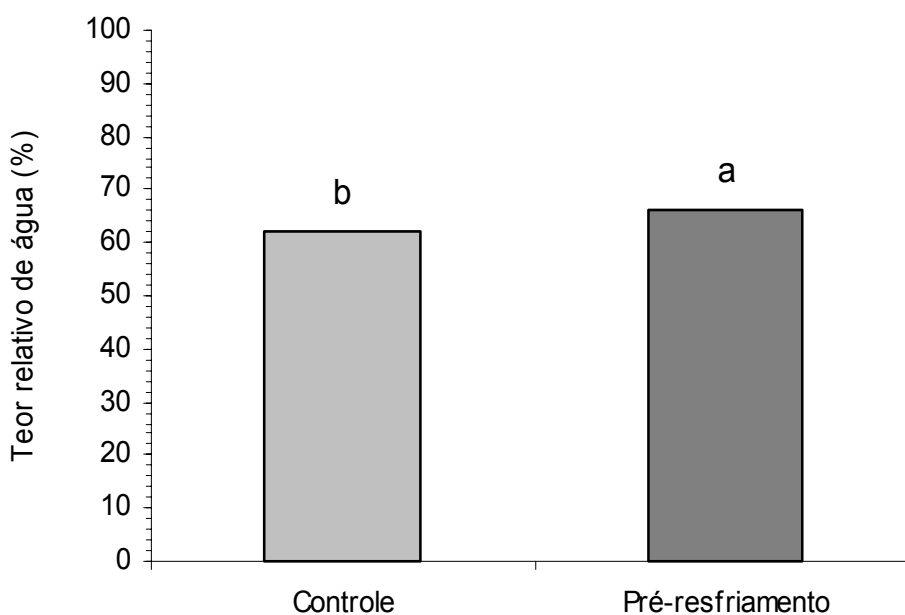


Figura 6 – Valores médios do teor relativo de água (%) em folhas de salsinha armazenadas a 5 °C sem e com pré-resfriamento. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

### 3.5. Açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido

Não houve efeito do tratamento e da interação tratamento x tempo de armazenamento sobre os teores de açúcares solúveis totais, amido, açúcares redutores e açúcares não redutores em folhas de salsinha durante o armazenamento por 7 dias (168 horas) a 5 °C (Tabela 6).

Tabela 6 – Equações de regressão ajustadas dos teores de açúcares solúveis totais ( $\hat{Y} = \%$ ), amido ( $\hat{Y} = \%$ ), açúcares redutores ( $\hat{Y} = \%$ ) e açúcares não redutores ( $\hat{Y} = \%$ ) de folhas de salsinha em função do tempo pós-colheita (TE) em horas, no armazenamento a 5 °C por 7 dias e coeficiente de determinação. Viçosa– Minas Gerais, 2006.

Variáveis	Equações ajustadas	$r^2$
Açúcares solúveis totais	$\hat{Y} = 16,44$	0,78
Amido	$\hat{Y} = 2,91$	
Açúcares redutores	$\hat{Y} = 0,5020 + 0,0109*TE$	
Açúcares não redutores	$\hat{Y} = 15,38$	

\* Significativo a 5% de probabilidade

A sacarose (açúcar não redutor) é o principal açúcar de translocação e é transformada, quando necessário, em glicose e frutose (açúcares redutores). Observou-se aumento linear (Tabela 6) no teor de açúcares redutores nas folhas de salsinha armazenadas a 5 °C, com pequena taxa de acréscimo de aproximadamente 0,01 % por hora (0,26% ao dia) em 168 horas (7 dias). Entretanto, não houve variação nos teores de açúcares redutores, com valor médio de 15,38% durante o armazenamento a 5 °C. Como o valor de açúcar não redutor foi bem maior que o de açúcar redutor, é possível que tenha havido também uma pequena variação nos teores de açúcares não redutores e este não tenha sido detectado no experimento. Após a colheita, as matérias orgânicas de reserva (carboidratos, lipídeos e proteínas) são utilizadas como fonte de carbono e produção de energia na respiração (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Como os açúcares são substratos respiratórios, altos níveis na colheita propiciam elevada longevidade das hortaliças no período pós-colheita.

A biossíntese de sacarose é intensa em folhas, utilizando como substratos as trioses fosfato formadas na fotossíntese ou pela degradação do amido (TAIZ & ZEIGER, 2004). Entretanto, com o armazenamento de salsinha a 5 °C (Tabela 6) não houve variação no teor de amido durante o armazenamento por 7 dias (168 horas), com média de 2,91%. 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). O amido é o principal carboidrato de reserva nos órgãos vegetais e a salsinha possui baixos valores sem alterações durante o armazenamento.

#### 4. CONCLUSÕES

- O pré-resfriamento com água gelada por 15 minutos após a colheita da salsa é efetivo em reduzir a perda de massa durante as primeiras 12 horas a 5 °C.
- A murcha aparente das folhas sem tratamento e com pré-resfriamento ocorre após 30 e 42 horas de armazenamento havendo, em média, perda de 10% de massa em relação ao início do armazenamento.
- O pré-resfriamento retarda a perda de turgor das folhas de salsa durante o armazenamento por 7 dias.
- Ao longo do armazenamento da salsa a 5 °C por 7 dias, não há alteração do teor estimado de clorofila, assim como dos teores de açúcares solúveis totais, açúcares não redutores e amido.
- Recomenda-se o pré-resfriamento com água gelada (5°C) por 15 minutos como prática eficiente visando qualidade e maior vida útil.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.

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.

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.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 785 p., 2005.

CORTEZ, L. A. B.; VIGNEAULT, C.; CASTRO, L. R. **Método de resfriamento rápido por água gelada**. In: Cortez, L. A. B. et al. (ed.) Resfriamento de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças. pg. 274-281, 2002.

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

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

GALVÃO, H. L. **Efeito do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a qualidade pós-colheita de brócolis**. 2005. 38 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

GAST, K. L. B.; FLORES, R. **Postharvest management of commercial horticultural crops : precooling produce - fruit & vegetables**. Cooperative extension service. Kansas state university. Manhattan, Kansas. Horticulture 11, 7p., 1991.

GILLIES, S. L.; TOIVONEN, P. M. A. Cooling method influences the postharvest quality of broccoli. **HortScience**, v. 30, n. 2, p. 313-315, 1995.

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

LAZAN, H.; MOHD, Z.; MOHD, AI'ANI; NAHAR, F. Water stress and quality decline during storage of tropical leafy vegetables. **Journal of Food Science**. v. 52, n. 5, 1286-1288, 1987.

LILL, R. E.; KING, G. A., O'DONOGHUE, E. M. Physiological changes in asparagus spears immediately after harvest. **Scientia Horticulture**, v. 44, p. 191-199, 1990.

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

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in enzymology**, v. 148, p. 350 - 382, 1987.

MARTINEZ, J. A.; ARTÉS, F. Effect of packaging treatments and vacuum-cooling on quality of winter harvested iceberg lettuce. **Food Research International**, v. 32, p. 621-627, 1999.

MAYAK, S. Senescence of cut flowers. **HortScience**, v. 22, n. 5, p. 863-868, 1987.

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

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

PARK, K. W.; KANG, H. M.; YANG, E. M.; JUNG, J. C. Effects of film package and storage temperature on the quality of parsley in modified atmosphere storage. **Acta Horticulturae**, n. 483, p. 291-298, 1999.

SHIBAIRO, S. I.; UPADHYAYA, M. K.; TOIVONEN, P. M. A. Changes in water potential, osmotic potential, and tissue electrolyte leakage during mass loss in carrots stored under different conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 95, p. 13-21, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Trad. Santarém, E. R. et al. Porto Alegre: Artmed. 719p., 2004.

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, 2004.

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

## CAPÍTULO 2 - QUALIDADE DE SALSINHA EM CONSEQUÊNCIA DE TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA

### RESUMO

A salsinha, por ser folhosa, possui baixa longevidade após a colheita, dependendo, principalmente, das condições de armazenamento a que é submetida com elevada perda de água após a colheita. Neste trabalho avaliou-se o efeito do pré-resfriamento, pulverizações com água gelada e temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de salsinha 'Graúda Portuguesa'. Foram realizados 2 experimentos: armazenamento a 5 °C (T1= controle; T2= pré-resfriamento por 15 minutos com a mistura a 5 °C de gelo moído e água (1:3 v/v); T3= imersão em água à 26 °C por 15 minutos; T4= pulverização com água gelada 1 vez e T5= pulverização com água gelada de 6 em 6 h) e armazenamento a 24 °C (T6= controle; T7= pulverização com água gelada uma vez e T8= pulverização com água gelada de 2 em 2 h). Umidade relativa e temperatura foram avaliadas ao longo dos experimentos, obtendo-se no final destes 58,13% no experimento a 5 °C e 76% no experimento a temperatura ambiente (24 °C). Avaliou-se a perda de massa das folhas frescas, quantidade de clorofila estimada pelo SPAD e teor relativo de água das folhas. Destacaram-se as pulverizações sucessivas (de 6 em 6 horas para o armazenamento a 5 °C e de 2 em 2 horas para o armazenamento a 24 °C) quanto à manutenção do peso e do teor relativo de água das folhas. As folhas não variaram o teor de clorofila a 5 °C, mas este decresceu a 24 °C com amarelecimento das folhas após 2 dias de armazenamento nos tratamentos controle e com uma pulverização e após 3 dias de armazenamento no tratamento com pulverização com água gelada de 2 em 2 horas. A pulverização freqüente das folhas de salsinha com água gelada e o uso de temperaturas reduzidas (5°C) foram tratamentos eficientes, mantendo suas características de qualidade. O pré-resfriamento não foi significativo quanto à manutenção da qualidade pós-colheita da salsinha em relação aos demais tratamentos.

**Palavras-chave:** *Petroselinum crispum*; conservação; déficit de pressão de vapor.

## ABSTRACT

### QUALITY OF PARSLEY LEAVES AFFECTED POSTHARVEST TREATMENTS.

The parsley, leafy vegetable, with low longevity after the harvest, depending on the storage conditions, that was submitted with high loss of water. In this work the effect of the precooling, the spray with cold water and storage temperature was evaluated regarding the postharvest quality of the parsley 'Great Portuguesa'. Two experiments were established: storage at 5°C (T1 = control; T2 = precooling for 15 minutes in cold water; T3 = immersion in water at 26 °C for 15 minutes; T4 = single spray with water cold and T5 = spray with cold water at every 6 hours) and storage at 24°C (T6 = control; T7 = spray with once water cold and T8 = spray with cold water at every 2 h). Humidity and temperature were evaluated along the experiments, being 58,13% in the experiment at 5 °C and 76% in the experiment the temperature of 24 °C. It was analyzed the loss of fresh mass, amount of chlorophyll and relative water content of the leaves. The successive sprays (at every 6 hours under refrigerated storage and at 2 hours for the storage to 24 °C), maintaining the fresh weight of the leaves and the relative of water content. The chlorophyll content of the leaves did not change at 5°C, but decreased at 24 °C with yellowing of the leaves after 2 days of storage for the treatment control and spray, and after 3 days of storage for the treatment with spray with cold water of at every 2 hours. The frequent sprays of the parsley leaves with cold water and the use of reduced temperatures were efficient in maintaining the quality characteristics. The precooling treatment was not superior to the other treatments regarding the maintenance of the leaf quality.

**Keywords:** *Petroselinum crispum*; conservation; deficit of vapor pressure.

## 1. INTRODUÇÃO

A salsinha, hortaliça amplamente consumida no Brasil como condimento, tem grande importância socioeconômica, principalmente por ser rica fonte de vitaminas C e E,  $\beta$ -caroteno, tiamina, riboflavina e minerais orgânicos (WILLS et al., 1986). A folha entra na composição de temperos e no preparo dos mais diversos pratos ou, simplesmente, como ornamentação de pratos.

Entretanto, por ser folhosa, possui baixa longevidade após a colheita, dependendo, principalmente, das condições de armazenamento a que é submetida. O rápido declínio da qualidade das folhas de salsinha, devido a senescência pós-colheita, freqüentemente causa sérias perdas comerciais. A desidratação por transpiração determina, em grande parte, as perdas quantitativas e qualitativas dos produtos hortícolas (FINGER & VIEIRA, 1997), que afetam diretamente a aparência e a massa do produto comercializado, influenciando fortemente o avanço da senescência (LIPTON, 1987).

No Brasil, na maioria dos estabelecimentos a salsinha tem sido distribuída em temperatura ambiente, sem qualquer tratamento, simplesmente amarrada em maços. Dessa forma, o amarelecimento e murcha têm sido os maiores problemas na pós-colheita desta folhosa. Entretanto, existem possibilidades de tratamentos pós-colheita que viabilizam a oferta de folhosas de qualidade, com maior vida-de-prateleira do produto. O hidroresfriamento, por exemplo, é o pré-resfriamento em que o produto é aspergido com água fria ou imerso em água resfriada (BECKER & FRICKE, 2002) podendo ser utilizada a mistura de água com gelo (gelo líquido) como processo rápido e fácil de pré-resfriamento de algumas hortaliças (CORTEZ et al., 2002). Outros tratamentos poderiam ser utilizados como práticas simples propiciando maior conservação do produto.

O armazenamento em baixas temperaturas tem sido considerado como o método mais eficiente de manter a qualidade da maioria dos produtos hortícolas, devido aos seus efeitos na redução da respiração, transpiração, produção e ação do etileno, amadurecimento, senescência e desenvolvimento de podridões (HARDENBURG et al., 1986). No entanto, não há referências na bibliografia consultada sobre a conservação pós-colheita de folhas frescas como a salsinha.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do pré-resfriamento, de pulverizações com água gelada e da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de salsinha 'Graúda Portuguesa'.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área de pesquisa da horta da Universidade Federal de Viçosa, MG, utilizando plantas de salsa (*Petroselinum crispum*) variedade lisa 'Graúda Portuguesa', com todos os manejos culturais recomendados à cultura até o ponto de colheita. A propagação foi realizada por meio de semeadura direta com espaçamento de 10 cm entre linhas. Os ramos foram colhidos com 80 dias após a semeadura, no período da manhã em novembro de 2005, e imediatamente foram encaminhados ao laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa onde se procedeu aos tratamentos.

Os ramos foram selecionados, sendo retiradas as folhas deterioradas, murchas ou amareladas. Estes foram cortados em aproximadamente 20 cm de comprimento, separados em maços de 30 g e submetidos a dois experimentos. No primeiro experimento, após os tratamentos, as plantas foram mantidas em câmara fria a 5 °C. Os tratamentos foram: T1 = controle; T2 = pré-resfriamento por 15 minutos com a mistura a 5 °C de gelo moído e água (1:3 v/v); T3 = imersão em água à temperatura ambiente (26 °C) por 15 minutos; T4 = pulverização com água gelada (5 °C) uma vez e T5= pulverização com água gelada (5 °C) em intervalos de 6 em 6 horas. No segundo experimento, após os tratamentos as plantas foram mantidas à temperatura ambiente (24 °C). Os tratamentos foram: T6 = controle; T7 = pulverização com água gelada (5 °C) uma vez e T8 = pulverização com água gelada (5 °C) de 2 em 2 horas. As pulverizações dos tratamentos T4, T5, T7 e T8 foram realizadas até o completo molhamento das folhas. A escolha dos intervalos de pulverização nos tratamentos T5 e T8 foi feita por meio de testes prévios, onde foram realizadas pesagens dos maços, pulverização com água gelada e avaliação da manutenção do peso destes ao longo do armazenamento a 5 e 24 °C. O período (horas) da pulverização até a obtenção do peso inicial dos maços foi considerado como o intervalo de pulverização adequado nessas temperaturas. O tempo necessário ao transporte dos ramos do campo até o laboratório, seleção, corte dos ramos, confecção dos maços e aplicação dos tratamentos foi de duas horas. Os experimentos foram analisados por 10 dias no experimento a 5 °C e 6 dias no experimento à temperatura ambiente de 24°C.

Umidade relativa e temperatura foram avaliadas ao longo dos experimentos, obtendo-se no final destes 58,13% no experimento a 5 °C e 76% no experimento a temperatura ambiente (24 °C).

### **2.1. Perda de massa de folhas frescas**

Nos dois experimentos, após a colheita e a cada 6 horas, a perda de massa foi estimada em relação à massa inicial dos ramos antes do tratamento, como citado no capítulo 1.

### **2.2. Clorofila**

Nos dois 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], como citado no capítulo 1.

A análise dos teores estimados de clorofila foi realizada após a colheita e a cada 24 horas, sendo feitas 5 leituras em cada maço amostrado no folíolo central, às quais foram expressas em unidades SPAD.

### **2.3. Teor relativo de água**

No experimento a 5 °C de armazenamento a dinâmica da perda de água foi quantificada a cada 48 horas pela variação do teor relativo de água (TRA) descrito por CATSKY (1974), com o emprego da equação citada por WEATHERLEY (1950), como citado no capítulo 1.

No segundo experimento, armazenamento a temperatura ambiente de 24 °C, o teor relativo de água foi analisado em 0, 6, 18, 30, 42, 66 e 144 horas após a colheita.

## **2.4. Análise estatística**

Os experimentos foram instalados no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas os tempos de armazenamento no delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. As médias do fator qualitativo foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão utilizando o teste “t” de Student, adotando-se o nível de 5% de probabilidade no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico.

Em cada variável quantitativa foram calculadas as taxas diárias de variação de acordo com os respectivos coeficientes angulares obtidos por meio de cada equação de regressão.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Perda de massa de folhas frescas

##### 3.1.1. Experimento 1 – Armazenamento a 5 °C

Na perda de massa acumulada, houve comportamento linear e crescente em todos os tratamentos durante o período de armazenamento a 5°C (Figura 7).

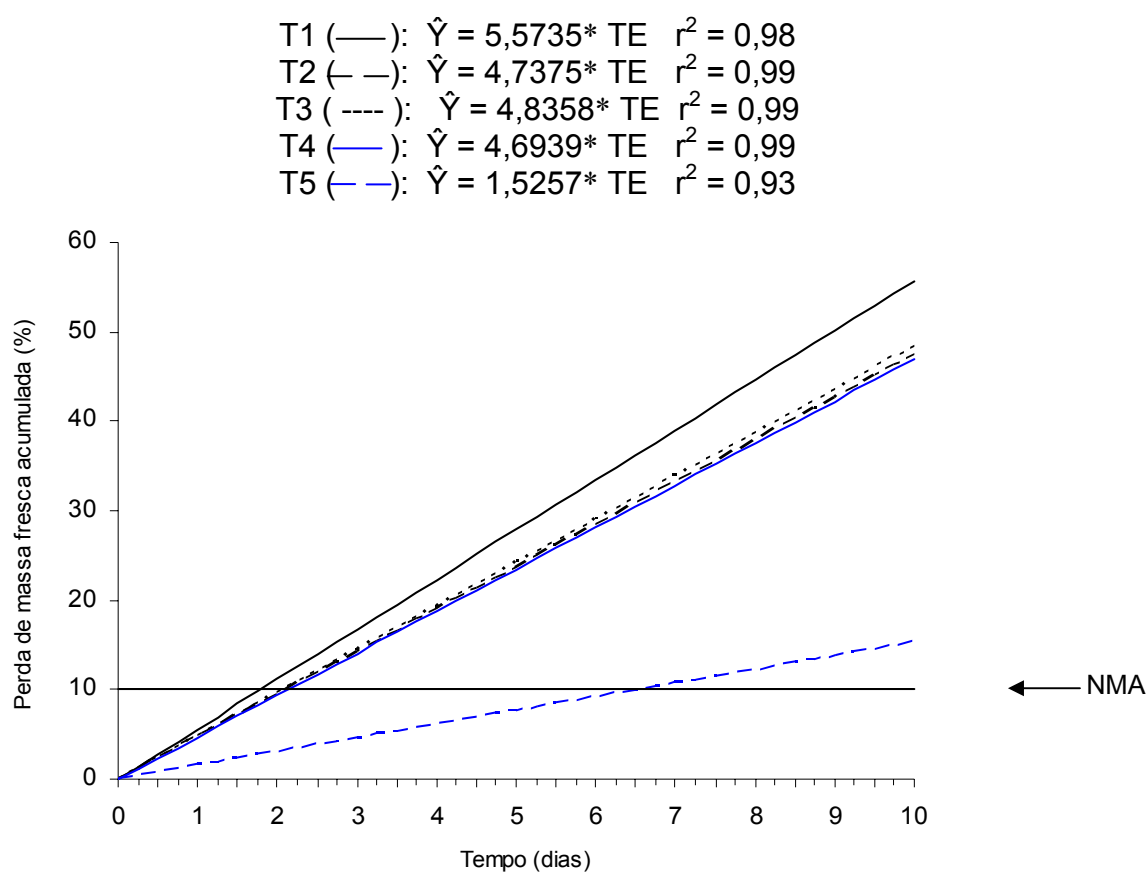


Figura 7 – Estimativa da perda de massa acumulada (%) de folhas frescas de salsinha durante o armazenamento a 5 °C por 10 dias nos respectivos tratamentos pós-colheita: T1 (—) = controle; T2 (— —) = pré-resfriamento; T3 (----) = imersão em água à temperatura ambiente; T4 (— —) = uma pulverização com água gelada; T5 (— —) = pulverização com água gelada de 6 em 6 horas.

NMA = Nível de murça aparente.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "t".

Verifica-se na Tabela 7 que com 6 horas de armazenamento refrigerado, a perda de massa das folhas no tratamento controle (T1) foi 4,89%, não havendo perda nos demais tratamentos. Com um dia de armazenamento, a perda de massa no tratamento controle foi 10,02%, sendo maior que a perda dos demais tratamentos. A perda de massa das folhas pré-resfriadas (T2) foi 5,18%, das folhas imersas em água à temperatura ambiente (T3) 1,32% e 2,07% nas folhas pulverizadas uma vez com água gelada (T4), não sendo detectada perda de massa nas folhas pulverizadas de 2 em 2 horas com água gelada (T5) até três dias de armazenamento.

Após 3 dias de armazenamento a 5 °C, não houve diferença entre os tratamentos pré-resfriamento (T2), imersão em água a temperatura ambiente (T3) e uma pulverização com água gelada (T4) quanto à perda de água, sendo estes diferentes dos tratamentos controle (T1 = 19,85%) e pulverização de 6 em 6 horas (T5) o qual não teve perda de massa.

Nas folhas do tratamento controle (T1) houve perda de massa final de 48,59%, em comparação a 16,93% nas pulverizadas com água gelada de 6 em 6 horas (T5). Os demais tratamentos, no final do armazenamento, tiveram perdas de massa semelhantes e entre 42,27 e 43,70%. Portanto, não houve efeito entre os tratamentos de pré-resfriamento, imersão em água à temperatura ambiente e uma pulverização com água gelada sobre a redução da perda de massa das folhas, destacando-se o tratamento com pulverizações sucessivas quanto à manutenção da perda de massa ao longo do armazenamento a 5 °C.

De acordo com as equações de regressão (Figura 7), as taxas de perda de massa variaram entre os tratamentos, obtendo-se perda de massa diária de 5,57% nas folhas do tratamento controle (T1). Esta perda foi 4,74 %/dia no tratamento com pré-resfriamento (T2), 4,83 %/dia no tratamento com imersão em água à temperatura ambiente (T3), 4,69 %/dia no tratamento com uma pulverização com água gelada (T4) e 1,52 %/dia no tratamento com pulverização com água gelada de 6 em 6 horas (T5). Deste modo, no final do armazenamento, grandes diferenças foram observadas entre tratamentos quanto à perda de massa.

Tabela 7 – Valores médios de perda de massa acumulada (%) em folhas frescas de salsinha armazenadas a 5 °C por 10 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> ao longo do tempo de armazenamento (TE)

TE (h)	Tratamento <sup>1</sup>				
	1	2	3	4	5
0	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
6	4,89 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
12	6,71 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
18	8,74 a	3,05 b	0,26 b	0,04 b	0,00 b
24 (1 dia)	10,02 a	5,18 b	1,32 c	2,07 bc	0,00 c
30	10,98 a	6,47 b	2,78 cd	5,42 bc	0,00 d
36	12,27 a	7,64 b	3,93 c	7,13 bc	0,00 d
42	13,76 a	9,67 b	6,49 b	9,38 b	0,00 c
48 (2 dias)	14,62 a	10,74 b	8,38 b	10,66 b	0,00 c
54	15,90 a	12,34 ab	9,73 b	11,73 b	0,00 c
60	16,97 a	13,41 ab	11,20 b	13,12 b	0,00 c
66	18,36 a	14,90 ab	12,97 b	14,41 b	0,00 c
72 (3 dias)	19,85 a	16,18 b	14,44 b	15,48 b	0,00 c
78	21,03 a	16,93 b	16,43 b	17,19 b	0,22 c
84	23,06 a	18,96 b	18,11 b	18,69 b	1,97 c
90	25,52 a	21,52 b	20,83 b	21,04 b	2,51 c
96 (4 dias)	26,48 a	21,73 b	21,56 b	21,58 b	2,51 c
102	27,76 a	23,02 b	22,71 b	22,33 b	2,61 c
108	29,58 a	24,83 b	24,70 b	24,36 b	3,25 c
114	31,71 a	26,43 b	26,80 b	26,07 b	5,83 c
120 (5 dias)	32,25 a	27,18 b	28,16 b	27,25 b	5,83 c
126	33,53 a	28,14 b	28,79 b	27,89 b	6,25 c
132	34,81 a	29,21 b	29,63 b	28,53 b	7,10 c
138	36,63 a	31,02 b	31,82 b	30,78 b	8,06 c
144 (6 dias)	36,95 a	31,02 b	32,77 b	31,42 b	8,27 c
150	37,80 a	31,88 b	33,08 b	31,63 b	8,27 c
156	38,98 a	32,94 b	34,02 b	32,60 b	8,90 c
162	40,80 a	34,65 b	35,49 b	33,99 b	10,19 c
168 (7 dias)	41,26 a	35,03 b	36,06 b	34,42 b	10,19 c
174	42,05 a	35,73 b	36,86 b	35,18 b	10,19 c
180	42,85 a	36,51 b	37,61 b	35,83 b	11,42 c
186	44,43 a	38,03 b	39,26 b	37,40 b	14,40 c
192 (8 dias)	44,90 a	38,48 b	39,69 b	37,84 b	15,19 c
198	45,15 a	38,70 b	40,02 b	38,12 b	15,82 c
204	45,41 a	39,03 b	40,37 b	38,45 b	15,86 c
210	46,12 a	39,62 b	40,89 b	39,10 b	16,01 c
216 (9 dias)	46,44 a	40,07 b	41,38 b	40,11 b	16,14 c
222	46,87 a	40,50 b	41,87 b	40,01 b	16,14 c
228	47,21 a	40,87 b	42,26 b	41,13 b	16,28 c
234	47,66 a	41,40 b	42,79 b	41,72 b	16,28 c
240 (10 dias)	48,14 a	41,80 b	43,27 b	42,12 b	16,44 c
246	48,59 a	42,27 b	43,70 b	42,54 b	16,93 c

<sup>1</sup> T1= controle; T2= pré-resfriamento; T3= imersão em água à temperatura ambiente; T4= uma pulverização com água gelada; T5= pulverização de 6 em 6 horas com água gelada. Letras iguais na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O tratamento 5, pulverização com água gelada de 6 em 6 horas, foi considerado o melhor quando as folhas foram armazenadas a 5 °C após os tratamentos. De acordo com TAIZ & ZEIGER (2004), a perda de umidade de produtos frescos é grandemente determinada pela diferença entre pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ar circundante, cuja diferença é conhecida como déficit da pressão de vapor. Provavelmente, a constante pulverização durante o armazenamento a 5 °C fez com que a água na superfície das folhas proveniente da pulverização fosse preferencialmente evaporada em relação à água interna aos tecidos, com conseqüente manutenção da massa das folhas.

### 3.1.2. Experimento 2 – Armazenamento à temperatura ambiente (24 °C)

Quanto à perda de massa ao longo do armazenamento à temperatura ambiente (24 °C), observou-se que o comportamento nos tratamentos 6 (controle) e 7 (uma pulverização com água gelada) foi linear e crescente (Figura 8).

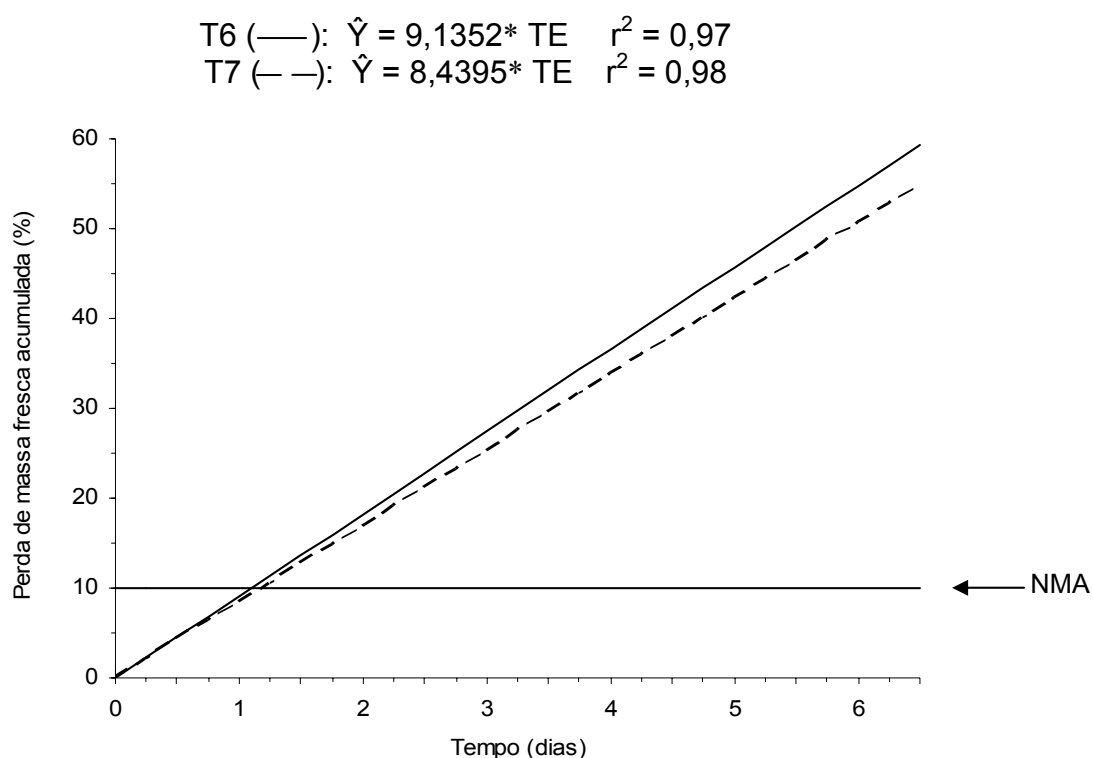


Figura 8 – Estimativa da perda de massa acumulada (%) de folhas frescas de salsa durante o armazenamento à temperatura ambiente (24°C) por 6 dias nos respectivos tratamentos pós-colheita: T6 (—) = controle e T7 (---) = uma pulverização com água gelada. NMA = Nível de murcha aparente. \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Verifica-se na Tabela 8 que em apenas 6 horas de armazenamento a perda de massa das folhas no tratamento controle (T6) foi 6,76%, não havendo perda nos demais tratamentos. Em um dia de armazenamento a perda de massa foi 16,71% nas folhas do tratamento controle (T6) e 12,21% nas folhas com uma pulverização com água gelada (T7). De acordo com LIPTON (1987), perda de peso entre 5% e 10% acarreta perda da turgidez e, em tecidos verdes, perda da coloração. Estas perdas consideradas excessivas levam ao desenvolvimento de estresse hídrico das folhas e, conseqüentemente, a aceleração da senescência (LAZAN et al., 1987) com rápido declínio de qualidade pós-colheita dos produtos.

Após 54 horas de armazenamento (Tabela 8), os tratamentos 6 e 7 não foram diferentes entre si quanto à perda de massa, mas diferenciaram do tratamento 8, sendo mais uma vez demonstrada a importância de sucessivas pulverizações na manutenção da umidade do produto, já que no tratamento 8 houve menor perda de massa ao longo do armazenamento, sendo considerado como o melhor tratamento.

Não foi detectada perda de massa nas folhas pulverizadas de 2 em 2 horas (T8) até 6,5 dias de armazenamento (156 horas) (Tabela 8). Este comportamento é justificado pela redução no déficit de pressão de vapor, já que, de acordo com TAIZ & ZEIGER (2004), a perda de umidade de produtos frescos é grandemente determinada pela diferença entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ar circundante. O déficit de pressão de vapor é também influenciado pela temperatura de armazenamento, sendo menor a baixas temperaturas.

Durante o armazenamento à temperatura ambiente de 24 °C, as taxas de perda de massa variaram entre os tratamentos (Figura 8), obtendo-se 9,13 %/dia nas folhas do tratamento controle (T6) e 8,44 %/dia com uma pulverização com água gelada (T7) de acordo com as equações de regressão. Não houve efeito do tempo de armazenamento sobre a perda de massa das folhas submetidas ao tratamento composto por pulverizações com água gelada de 2 em 2 horas (T8) havendo comportamento constante deste, obtendo-se a média diária de 0,16% de perda de massa ao longo de todo o armazenamento. Deste modo, verifica-se na tabela 8 que, ao final do armazenamento a 24 °C, nas folhas do tratamento controle (T6) a perda de massa foi 51,65%, no tratamento com uma pulverização com água gelada (T7) 48,56% e no

tratamento com pulverização de 2 em 2 horas (T8) apenas 1,03%; não houve diferença entre os tratamentos de uma pulverização com água gelada e o tratamento controle, destacando-se o tratamento com pulverização de 2 em 2 horas quanto à manutenção da massa ao longo do armazenamento a 24 °C.

Tabela 8 – Valores médios de perda de massa acumulada (%) em folhas de salsinha armazenadas a temperatura ambiente (24 °C) por 6 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> ao longo do tempo de armazenamento (TE)

TE (h)	Tratamento <sup>1</sup>		
	6	7	8
0	0,00 a	0,00 a	0,00 a
6	6,76 a	0,00 b	0,00 b
12	10,56 a	3,60 b	0,00 c
18	13,86 a	8,33 b	0,00 c
24 (1 dia)	16,71 a	12,21 b	0,00 c
30	19,70 a	15,81 b	0,00 c
36	21,89 a	18,22 b	0,00 c
42	24,06 a	20,46 b	0,00 c
48 (2 dias)	26,10 a	22,73 b	0,00 c
54	27,88 a	24,64 a	0,00 b
60	29,69 a	26,48 a	0,00 b
66	31,42 a	28,36 a	0,00 b
72 (3 dias)	32,89 a	29,94 a	0,00 b
78	34,36 a	31,47 a	0,00 b
84	35,81 a	32,92 a	0,00 b
90	37,02 a	34,17 a	0,00 b
96 (4 dias)	38,24 a	35,40 a	0,00 b
102	39,90 a	37,06 a	0,00 b
108	41,65 a	38,86 a	0,00 b
114	43,04 a	40,16 a	0,00 b
120 (5 dias)	44,47 a	41,60 a	0,00 b
126	45,55 a	42,67 a	0,00 b
132	46,95 a	44,06 a	0,00 b
138	48,14 a	45,14 a	0,00 b
144 (6 dias)	49,16 a	46,14 a	0,00 b
150	50,42 a	47,34 a	0,00 b
156	51,65 a	48,56 a	1,03 b

<sup>1</sup>T6 = controle; T7= uma pulverização com água gelada e T8= pulverização de 2 em 2 horas com água gelada.

Letras iguais na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O efeito da baixa temperatura (5 °C) foi crucial tendo em vista a maior conservação e melhor aparência do produto, já que nas folhas do tratamento

controle a 5 °C (Experimento 1) houve perda de massa acumulada, ao final de 10 dias, semelhante à do controle a 24 °C (Experimento 2) por apenas 6 dias. A extensão da vida de prateleira pode ser alcançada por muitos meios, mas a principal técnica é via retardamento da deterioração dos processos fisiológicos por meio do armazenamento em baixas temperaturas (BROSNAN & SUN, 2001), como já estudado com salsinha (YAMAUCHI & WATADA, 1993) e coentro (LOAIZA & CANTWELL, 1997). As hortaliças folhosas se caracterizam pela alta taxa de transpiração com murchamento rápido, notadamente em ambiente com temperatura alta (PAULL, 1999), em decorrência de sua grande superfície de exposição (WILLS et al., 1981; KAYS, 1991).

Segundo PARK et al. (1999), a perda de água de 5-7 % na salsinha já torna o produto não comercializável. No experimento, verificou-se que a aparência e conservação pós-colheita foram influenciadas pelo tratamento. O murchamento e o enrugamento de hortaliças são sintomas iniciais da excessiva perda de água, além disso, podem acelerar a deterioração pelo aumento da taxa de algumas reações de origem predominantemente catabólicas (FINGER & VIEIRA, 1997). O murchamento expressou-se visivelmente durante o período experimental, de modo que a perda de massa dos ramos frescos perdida até o início do murchamento visual foi de cerca de 10% em todos os tratamentos.

## **3.2. Análise de clorofila**

### **3.2.1. Experimento 1 – Armazenamento a 5 °C**

Os valores SPAD, referentes à clorofila, evidenciam que, independentemente do tratamento pós-colheita, as folhas não variaram o teor de clorofila ao longo do armazenamento a 5 °C (Tabela 9).

Anterior ao experimento, obteve-se a equação linear ( $\hat{Y} = - 15,195 + 5,2693 X$ ;  $r^2 = 0,92$ ) correspondente à relação entre os valores SPAD (X) e os teores de clorofila das folhas ( $\hat{Y}$ ) pelo método de ARNON (1949), como mostrado no capítulo 1. Desta forma, no experimento a 5 °C, independente do tratamento, foram observados valores médios estimados entre 40,97 e 43,90 unidades SPAD ao longo de todo o armazenamento, o que corresponde a 200,69 a 216,13 mg.100g<sup>-1</sup> de clorofila total, mantendo-se verdes durante todo o período.

Tabela 9 – Equações de regressão ajustadas dos teores de clorofila ( $\hat{Y}$  = unidades SPAD) em folhas de salsinha em função do tempo pós-colheita, nos respectivos tratamentos no armazenamento a 5 °C por 10 dias. Viçosa– Minas Gerais, 2006.

Tratamentos	Equações ajustadas
T1 = controle	$\hat{Y} = 41,09$
T2 = pré-resfriamento a 5 °C	$\hat{Y} = 42,13$
T3 = imersão em água à temperatura ambiente	$\hat{Y} = 41,55$
T4 = uma pulverização com água gelada	$\hat{Y} = 43,90$
T5 = pulverização de 6 em 6 h com água gelada	$\hat{Y} = 40,97$

A baixa temperatura nas folhas impediu o processo de degradação de clorofila fazendo com que as plantas ficassem murchas, porém verdes, no final do armazenamento a 5 °C. Dessa forma, se o objetivo é manter a qualidade com aumento da vida útil, torna-se indispensável a manutenção do produto em baixa temperatura, já que a coloração é um dos principais atributos de atratividade.

### 3.2.2. Experimento 2 – Armazenamento à temperatura ambiente (24 °C)

No segundo experimento, temperatura ambiente de 24 °C, os valores SPAD referentes à clorofila decresceram ao longo do período de armazenamento (Figura 9).

Observaram-se diferenças entre os tratamentos quanto à intensidade de decréscimo da clorofila, onde o tratamento 8 destacou-se pelos maiores teores no final do armazenamento (Figura 9). As taxas diárias de decréscimo nos teores de clorofila foram 3,62 unidades SPAD nas folhas do tratamento controle (T6), 3,39 ud.SPAD no tratamento com uma pulverização com água gelada (T7) e 2,48 ud.SPAD no tratamento com pulverização de 2 em 2 horas com água gelada (T8), o que corresponde a aproximadamente 50; 49 e 35% de queda no teor estimado de clorofila, respectivamente, em 6 dias de armazenamento.

T6 (—):	$\hat{Y} = 43,5535 - 3,6189 * TE$	$r^2 = 0,80$
T7 (---):	$\hat{Y} = 41,7616 - 3,3946 * TE$	$r^2 = 0,81$
T8 (-----):	$\hat{Y} = 42,5301 - 2,4794 * TE$	$r^2 = 0,68$

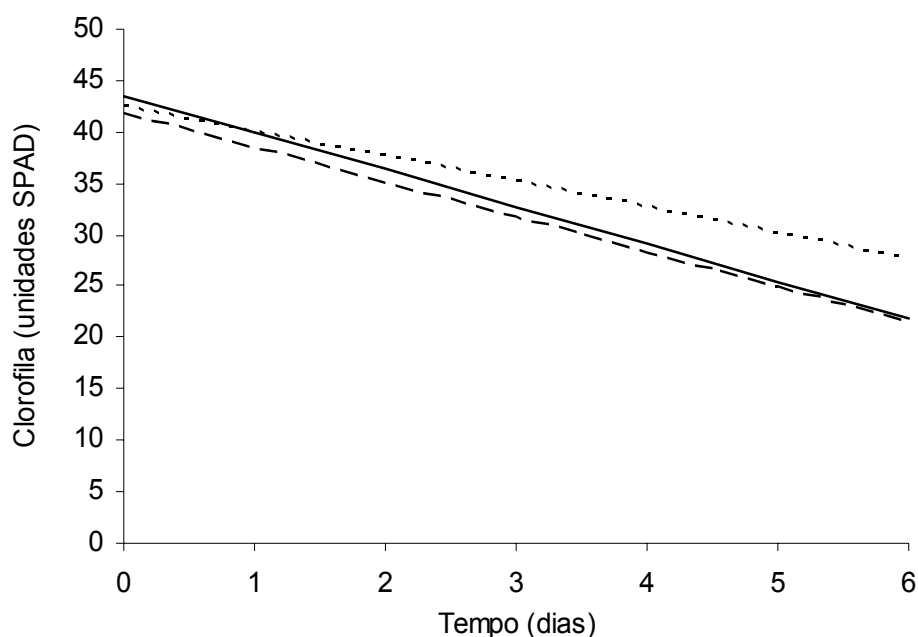


Figura 9 – Estimativa do teor de clorofila em folhas de salsinha durante o armazenamento à temperatura ambiente (24 °C) por 6 dias nos respectivos tratamentos: T6 (—) = controle; T7 (---) = uma pulverização com água gelada e T8 (-----) = pulverização com água gelada de 2 em 2 horas.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Entretanto, observa-se na Tabela 10 que, com exceção de com 3 dias de armazenamento, não houve diferença entre os tratamentos quanto ao conteúdo de clorofila nas folhas obtendo-se no final do armazenamento 21,63 unidades SPAD nas folhas do tratamento controle (T6, que corresponde a 98,78 mg 100 g<sup>-1</sup> de clorofila total), 22,45 unidades SPAD no tratamento com uma pulverização com água gelada (T7, correspondendo a 103,10 mg 100g<sup>-1</sup> de clorofila total) e 24,81 unidades SPAD no tratamento com pulverização de 2 em 2 horas com água gelada (T8, correspondendo a 115,54 mg.100g<sup>-1</sup> de clorofila total).

Um dos sintomas da senescência pós-colheita nas hortaliças folhosas como a salsinha é a perda de cor verde e a temperatura é o fator crítico principal da taxa de degradação da clorofila (PARK et al., 1999). Neste experimento, após o segundo dia os tratamentos 6 e 7 já se encontravam amarelos, com 39,35 e 35,73 unidades SPAD, respectivamente, e o tratamento

8 apenas no terceiro dia com 40,21 unidades SPAD. Existe forte correlação entre a cor e a respiração total das plantas (APELAND, 1971), o que pode explicar um amarelecimento das folhas quando armazenadas em temperaturas altas.

Tabela 10 – Valores médios do teor de clorofila (unidades SPAD) em folhas de salsinha armazenadas a temperatura ambiente (24 °C) por 6 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> ao longo do tempo de armazenamento (TE)

TE (dias)	T6	T7	T8
0	39,57 a	39,57 a	39,57 a
1	43,34 a	41,86 a	40,45 a
2	39,35 a	35,73 a	37,30 a
3	31,91 b	29,93 b	40,21 a
4	27,63 a	27,26 a	33,57 a
5	25,45 a	24,25 a	29,73 a
6	21,63 a	22,45 a	24,81 a

<sup>1</sup>T6= controle; T7= uma pulverização com água gelada e T8= pulverização de 2 em 2 horas com água gelada.

Letras iguais na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

### 3.3. Teor relativo de água

#### 3.3.1. Experimento 1 – Armazenamento a 5 °C

Quanto ao teor relativo de água das folhas ao longo do armazenamento a 5 °C, observa-se que o comportamento foi linear e decrescente em todos os tratamentos (Figura 10).

T1 (—):	$\hat{Y} = 76,9225 - 5,0467 * TE$	$r^2 = 0,91$
T2 (— —):	$\hat{Y} = 79,1194 - 4,4625 * TE$	$r^2 = 0,86$
T3 (----):	$\hat{Y} = 81,4291 - 4,8570 * TE$	$r^2 = 0,92$
T4 (— — —):	$\hat{Y} = 72,7667 - 4,1118 * TE$	$r^2 = 0,75$
T5 (— · —):	$\hat{Y} = 85,6533 - 2,3939 * TE$	$r^2 = 0,86$

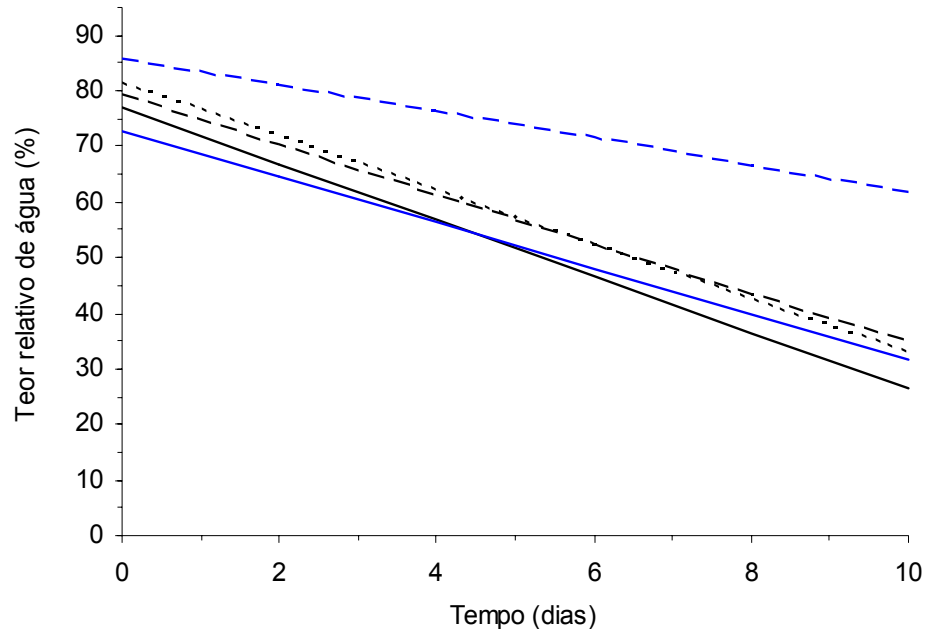


Figura 10 – Estimativa do teor relativo de água em folhas de salsinha durante o armazenamento a 5 °C por 10 dias nos respectivos tratamentos pós-colheita: T1 (—)= controle; T2 (— —) = pré-resfriamento; T3 (----) = imersão em água à temperatura ambiente; T4 (— — —) = uma pulverização com água gelada; T5 (— · —)= pulverização com água gelada de 6 em 6 horas.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Verifica-se na Tabela 11 que antes do armazenamento em refrigeração o teor relativo de água das folhas foi 84,64% em média. Contudo, as taxas de queda do teor relativo de água nas equações de regressão (Figura 10) variaram entre os tratamentos, com decréscimo de 5,05 %/dia no tratamento controle, 4,46 %/dia no tratamento com pré-resfriamento, 4,86 %/dia no tratamento com imersão em água à temperatura ambiente, 4,11 %/dia no tratamento com uma pulverização com água gelada e a menor taxa de 2,39 %/dia no tratamento com pulverização com água gelada de 6 em 6 horas. Deste modo, no final do armazenamento, grandes diferenças foram observadas entre tratamentos quanto ao teor relativo de água estimado.

Tabela 11 –Valores médios do teor relativo de água em folhas de salsinha armazenadas a 5 °C por 10 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> ao longo do tempo de armazenamento (TE)

TE (dias)	Tratamento <sup>1</sup>				
	1	2	3	4	5
0	84,64 a	84,64 a	84,64 a	84,64 a	84,64 a
2	61,19 c	71,49 b	73,38 b	58,51 c	82,86 a
4	55,62 bc	55,24 bc	59,60 b	49,52 c	75,70 a
6	40,65 b	44,45 b	45,04 b	39,48 b	71,48 a
8	35,79 c	44,50 b	41,50 bc	42,26 bc	64,32 a
10	32,22 c	40,52 b	38,69 bc	38,83 bc	63,10 a

<sup>1</sup> T1= controle; T2= pré-resfriamento; T3= imersão em água à temperatura ambiente; T4= uma pulverização com água gelada; T5= pulverização de 6 em 6 horas com água gelada. Letras iguais na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Após 10 dias de armazenamento a 5 °C (Tabela 11), o tratamento com pulverização de 6 em 6 horas com água gelada, destacou-se dos demais (T5 = 63,10%) e diferenciou dos tratamentos com pré-resfriamento (T2) e o controle (T1), com teor relativo de água de 40,52% e 32,22%, respectivamente. Contudo, os tratamentos 1 e 2 não diferenciaram dos tratamentos com imersão em água à temperatura ambiente (T3 = 38,69%) e uma pulverização com água gelada (T4 = 38,83% de teor relativo de água). Ou seja, após 10 dias de armazenamento a 5 °C no tratamento 5 a desidratação foi menor quando comparada com os demais tratamentos, favorecendo a manutenção da turgescência das folhas. Este balanço hídrico é considerado o principal fator determinante do comportamento e da longevidade dos órgãos das plantas (BOROCHOV et al., 1982), ressaltando-se que a falta de água no organismo acelera a senescência (MAYAK, 1987).

### 3.3.2. Experimento 2 – Armazenamento à temperatura ambiente (24 °C)

Ao longo do armazenamento à temperatura ambiente de 24 °C, houve redução linear no teor relativo de água das folhas de salsinha nos tratamentos 6 (controle) e 7 (uma pulverização com água gelada) (Figura 11). Verifica-se que não houve influência do tempo sobre o teor relativo de água nas folhas do

tratamento composto por pulverização com água gelada de 2 em 2 horas (T8) com média de 78,09% ao longo de todo o armazenamento.

$$\begin{aligned} \text{T6 (—): } \hat{Y} &= 73,7181 - 6,1747 * \text{TE} & r^2 &= 0,78 \\ \text{T7 (- -): } \hat{Y} &= 77,0118 - 5,9711 * \text{TE} & r^2 &= 0,90 \\ \text{T8 (----): } \hat{Y} &= 78,09 \end{aligned}$$

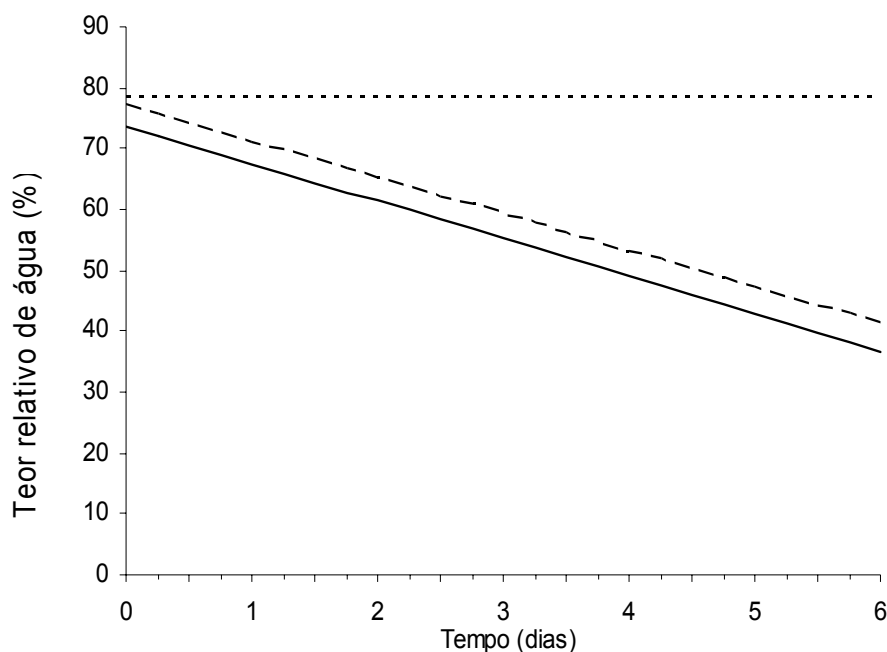


Figura 11 – Estimativa do teor relativo de água em folhas de salsinha durante o armazenamento à temperatura ambiente (24 °C) por 6 dias nos respectivos tratamentos: T6 (—) = controle; T7 (- -) = uma pulverização com água gelada e T8 (----) = pulverização com água gelada de 2 em 2 horas.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

As taxas de queda do teor relativo de água de acordo com as equações de regressão variaram entre os tratamentos T6 e T7 (Figura 11), havendo decréscimo de 6,17 %/dia no tratamento 6 (controle) e 5,97 %/dia no tratamento 7 (uma pulverização com água gelada).

Observa-se na Tabela 12 que o teor relativo de água das folhas foi 81,64% antes do armazenamento. Com 6 dias de armazenamento a 24 °C, o teor relativo de água dos tratamentos controle (T6) e com uma pulverização com água gelada (T7) foram semelhantes entre si com 41,66% e 42,94%,

respectivamente, diferenciando do tratamento com pulverização de 2 em 2 horas com água gelada (T8) com o maior teor relativo de água de 78,80%.

Dessa forma, com 6 dias de armazenamento a 24 °C, o tratamento 8 destacou-se pela manutenção da umidade dos tecidos por meio de pulverizações com água gelada de 2 em 2 horas (Figura 11).

Tabela 12 –Valores médios de teor relativo de água em folhas de salsinha armazenadas à temperatura ambiente (24 °C) por 6 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> ao longo do tempo de armazenamento (TE)

TE (h)	Tratamento <sup>1</sup>		
	6	7	8
0	81,64 a	81,64 a	81,64 a
6	73,49 b	76,35 ab	81,37 a
18	65,47 b	72,62 ab	76,63 a
30	65,12 b	65,09 b	76,94 a
42	62,58 b	63,97 b	76,37 a
66	47,33 c	60,32 b	74,84 a
144 (6 dias)	41,66 b	42,94 b	78,80 a

<sup>1</sup>T6= controle; T7= uma pulverização com água gelada e T8= pulverização de 2 em 2 horas com água gelada.

Letras iguais na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Houve menor taxa de redução no teor relativo de água das folhas mantidas a 5°C (Experimento 1) em comparação às mantidas a temperatura ambiente de 24 °C (Experimento 2), provavelmente pelas menores perdas de água dos tecidos quanto à transpiração e respiração quando as folhas são submetidas a temperaturas baixas, já que ocorre diminuição nas mudanças metabólicas das plantas nesta condição.

Após a colheita, o equilíbrio entre ganho e perda de água é rompido, havendo deficiência hídrica permanente, com perda gradual da turgidez dos tecidos, com conseqüências drásticas na qualidade do produto. Portanto, a manutenção do turgor celular é fundamental no manuseio à colheita e após essa etapa, durante as fases subseqüentes de vida útil do produto hortícola.

#### 4. CONCLUSÕES

- A pulverização das folhas de salsa com água gelada a cada 2 horas a temperatura ambiente de 24°C e a cada 6 horas a 5 °C reduz a perda de massa e mantém o teor relativo de água das folhas.
- O armazenamento a 5 °C mantém a coloração das folhas de salsa.
- O pré-resfriamento é semelhante aos demais tratamentos quanto à manutenção da vida-de-prateleira da salsa.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APELAND, J. Factors affecting respiration and colour during storage of parsley. **Acta Horticulturae**, n. 20, p. 43-52, 1971.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.

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.

BOROCHOV, A.; MAYAK, S.; BROUN, R. The involvement of water stress and ethylene in senescence of cut carnation flower. **Journal of Experimental Botany**, v. 33, n. 137, p. 1202-1209, 1982.

BROSNAN, T.; SUN, DA-WEN. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of Refrigeration**, n. 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.; VIGNEAULT, C.; CASTRO, L. R. **Método de resfriamento rápido por água gelada**. In: Cortez, L. A. B. et al. (ed.) Resfriamento de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças. pg. 274-281, 2002.

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

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: An Avi Book, 1991. 532p.

LAZAN, H.; MOHD. ALI, Z.; AI'ANI MOHD; NAHAR, F. Water stress and quality decline during storage of tropical leafy vegetables. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 5, p. 1286-1288, 1987.

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

LOAIZA, J; CANTWELL, M. Postharvest physiology and quality of cilantro (*Coriandrum sativum* L.). **HortScience**, v. 32, n. 1, p. 104-107, 1997.

MAYAK, S. Senescence of cut flowers. **HortScience**, v. 22, n. 5, p. 863-868, 1987.

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

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

PARK, K. W.; KANG, H. M.; YANG, E. M.; JUNG, J. C. Effects of film package and storage temperature on the quality of parsley in modified atmosphere storage. **Acta Horticulturae**, n. 483, p. 291-298, 1999.

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

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.

WILLS, R. B. H.; LIM, J. S. K.; GREENFIELD, H. Composition of Australian foods. Leafy, stem and other vegetables. **Food Technology in Australia**, n. 10, p. 416-417, 1986.

YAMAUCHI, N.; WATADA, A. E. Pigment changes in parsley leaves during storage in controlled or ethylene containing atmosphere. **Journal Food Science**, v. 58, n. 3, p. 616-618, 1993.

## CAPÍTULO 3 – INFLUÊNCIA DO USO DE EMBALAGEM PET NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE SALSINHA

### RESUMO

Devido à rápida deterioração, os produtos perecíveis como as hortaliças folhosas exigem o consumo imediato ou a utilização de técnicas de conservação pós-colheita. O emprego de embalagens plásticas protetoras reduz o manuseio excessivo dos produtos entre produtor e o consumidor, quando aplicadas logo após a colheita. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da embalagem plástica PET e o pré-resfriamento sobre a conservação pós-colheita de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' armazenada sob refrigeração e à temperatura ambiente. Ramos de salsinha (*Petroselinum crispum*) foram selecionados, cortados, separados em maços de 30 g e submetidos aos tratamentos: T1 = controle; T2= sem pré-resfriamento com embalagem perfurada; T3 = sem pré-resfriamento com embalagem sem perfuração; T4 = com pré-resfriamento sem embalagem; T5 = com pré-resfriamento com embalagem perfurada e T6 = com pré-resfriamento com embalagem sem perfuração. O pré-resfriamento foi realizado por meio da imersão das folhas por 15 minutos na mistura a 5 °C de gelo moído e água. Foram utilizadas embalagens rígidas de polietileno tereftalato (PET). Posteriormente os maços foram armazenados em câmara a 5 °C ou no ambiente a 25 °C. Avaliou-se a perda de massa, teor de clorofila (unidades SPAD), o teor relativo de água e os teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido. O pré-resfriamento e o uso da embalagem PET não-perfurada foram efetivos em reduzir a perda de massa, proporcionar maior manutenção do teor relativo de água e estender a longevidade das folhas, alcançando 18 dias de longevidade em comparação a apenas 1 dia no tratamento controle. A refrigeração teve maior influência do que o pré-resfriamento na redução da perda de massa acumulada de salsinhas sem embalagens. O armazenamento a 5 °C impediu a degradação de clorofila mantendo as plantas verdes e com maior longevidade das folhas em comparação a 25 °C. O pré-resfriamento reduziu a taxa diária de queda do teor de açúcares solúveis totais nas folhas armazenadas a 5 °C.

**Palavras-chave:** *Petroselinum crispum*, embalagens PET, conservação.

## ABSTRACT

### EFFECT PET BOX ON THE POSTHARVEST OF PARSLEY

Due to the fast deterioration, the perishable products as leafy vegetables demand the immediate consumption or the use of techniques of postharvest handling. The employment of plastic films or boxes protecting package reduces the excessive handling of the products between producer and the consumer, when applied after harvesting. The objective of this work was to evaluate the effect of PET box and the precooling on the conservation of parsley 'Graúda Portuguesa' stored under refrigeration and room temperature. Parsley plants were selected, standardized, separate in bundles of 30 g and submitted to the treatments: T1 = control; T2 = without precooling with perforated PET box; T3 = without precooling with PET box without perforation; T4 = with precooling without box; T5 = with precooling with perforated PET box and T6 = with precooling with PET box without perforation. The precooling was done through the immersion of the leaves for 15 minutes in the mixture a 4-5°C ice and water mixture. Later the bundles were stored in camera to 5°C or in the atmosphere to 25°C. It was analyzed the lost of fresh mass, content of chlorophyll (units SPAD), the relative water content, total soluble sugar content, reducing sugar, non-reducing sugar and starch. The precooling and the use of PET box without perforation were effective in reducing the fresh matter lost, to provide longer maintenance of the relative water content and to extend the longevity of the leaves, reaching 18 days of longevity in comparison with only 1 day in the treatment controls. The refrigeration had bigger influence than the precooling in reducing of the loss of fresh mass of parsleys without PET box. The storage at 5 °C inhibited the chlorophyll degradation, maintaining the green plants and with extended longevity of the leaves in comparison to the leaves at 25°C. The precooling reduced the daily rate of fall of the total sugar content in the leaves stored to 5°C.

**Keywords:** *Petroselinum crispum*, packaging PET, conservation.

## 1. INTRODUÇÃO

As perdas de produtos de origem vegetal ocorrem na colheita, na preparação pré-mercado, armazenamento, transporte, vendas no atacado e varejo e finalmente em nível de consumidor (PAULL et al., 1997). Estudos realizados no Brasil mostram que há 35% de perdas pós-colheita das hortaliças podendo atingir até 40%, enquanto em outros países como nos Estados Unidos não ultrapassam 10% (VILELA et al., 2003).

Devido à rápida deterioração, produtos perecíveis como as hortaliças herbáceas (folhosas, inflorescências e hastes), têm possibilidade de conservação de poucos dias após destacados da planta, exigindo por essa razão, consumo imediato ou técnicas de conservação pós-colheita (FINGER et al., 1999).

O emprego de embalagens plásticas reduz o manuseio excessivo dos produtos até chegar ao consumidor, quando aplicadas logo após a colheita. A embalagem PET (embalagem rígida de polietileno tereftalato) entrou no mercado brasileiro nos anos 90. A expansão do mercado de embalagens PET, considerada fenômeno mundial, está acontecendo no Brasil. O crescimento no mercado brasileiro do uso de embalagens PET, de 1990 a 1997 foi da ordem de 50 vezes, obtendo-se uma das maiores taxas de crescimento na utilização dentre os materiais plásticos (PACHECO & HEMAIS, 1999).

Como o PET é destinado prioritariamente à fabricação de embalagem, seu tempo de vida útil é pequeno, ou seja, o tempo de obtenção do artefato, colocação no mercado, utilização e sua deposição no lixo é de dias. Daí a importância na preservação no ambiente (PACHECO & HEMAIS, 1999). O uso da embalagem PET em hortaliças folhosas não tem sido discutido na bibliografia consultada, embora seja possível pela praticidade e total exposição do produto ao mercado consumidor.

Este trabalho objetivou avaliar o efeito da embalagem PET e do pré-resfriamento na conservação pós-colheita de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' armazenada em refrigeração e à temperatura ambiente.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As folhas de salsinha, variedade lisa 'Graúda Portuguesa', foram cultivadas na Horta de Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, com todos os manejos culturais recomendados até o ponto de colheita. A propagação foi realizada por meio de semeadura direta com espaçamento de 10 cm entre linhas. Os ramos foram colhidos com 50 dias após a semeadura, entre 7 e 8 horas da manhã, em março de 2006 e imediatamente foram transportados para o laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa onde se procedeu aos tratamentos.

Os ramos foram selecionados, sendo retiradas as folhas deterioradas, murchas ou amareladas. Estes foram cortados em aproximadamente 20 cm de comprimento, separados em maços de 30 g e divididos em dois lotes.

No primeiro lote, os ramos foram submetidos aos tratamentos e logo depois armazenados em câmara a 5 °C. Os tratamentos foram compostos de: T1 = sem pré-resfriamento e sem embalagem (controle); T2 = sem pré-resfriamento e com embalagem perfurada; T3 = sem pré-resfriamento e com embalagem sem perfuração; T4 = com pré-resfriamento e sem embalagem; T5 = com pré-resfriamento e com embalagem perfurada e T6 = com pré-resfriamento e com embalagem sem perfuração. O pré-resfriamento foi realizado por meio da imersão das folhas por 15 minutos na mistura a 5 °C de gelo moído e água (1:3 v/v). As embalagens rígidas utilizadas foram de polietileno tereftalato (PET), sendo que nos tratamentos T2 e T5 cada embalagem possuía seis furos de 5 mm de diâmetro cada (Figura 12).

No segundo lote os ramos foram submetidos aos mesmos tratamentos e logo depois armazenados à temperatura ambiente de 25 °C. A umidade relativa foi determinada ao longo do experimento, obtendo-se no final média de 65 % para o armazenamento a 5 °C e 70% no armazenamento a 25 °C.

O tempo necessário ao transporte dos ramos do campo até o laboratório, seleção, corte dos ramos, 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 por até 18 dias ou até o final da vida comercial das folhas, sendo este variável entre os tratamentos. Neste caso, a longevidade das folhas de

salsinha foi considerada como o período (número de dias) compreendido entre a aplicação dos tratamentos até o período em que o produto permaneceu aceitável durante o armazenamento de acordo com BROSANAN & SUN (2001), sendo esta considerada o murchamento das folhas até no máximo 20% de perda de massa em relação ao seu peso inicial ou pelo aparecimento de características de declínio na qualidade como podridão ou descoloração das folhas.



Figura 12 – Embalagem de polietileno tereftalato (PET) perfurada (18 cm x 10 cm x 4 cm), com ramos de salsinha. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

### **2.1. Perda de massa de folhas frescas**

Durante o armazenamento a 5 °C, até o segundo dia os maços foram pesados a cada 12 horas e após este período estes foram pesados a cada 24 horas após o tratamento. No armazenamento a 25 °C, os maços foram pesados sempre a cada 24 horas após o tratamento. A perda de massa foi estimada em relação à massa inicial dos ramos antes do tratamento, conforme metodologia descrita no capítulo 1.

## **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 5 °C, a análise dos teores estimados de clorofila foi realizada a cada 48 horas após o tratamento, sendo realizadas 5 leituras em cada maço amostrado no folíolo central, às quais foram expressas em unidades SPAD. No armazenamento a 25 °C, a análise foi realizada a cada 24 horas após o tratamento.

## **2.3. Teor relativo de água**

A dinâmica da perda de água foi quantificada, em cada temperatura de armazenamento e 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), como descrito no capítulo 1.

## **2.4. Açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido**

Para cada temperatura de armazenamento as análises de açúcares solúveis totais (DUBOIS et al., 1956), açúcares redutores (NELSON, 1944), açúcares não redutores e amido (McCREADY et al., 1950) foram realizadas, conforme descrito no capítulo 1, antes dos tratamentos e após o término do armazenamento de cada tratamento.

## 2.5. Análise estatística

O experimento foi instalado segundo o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas os tempos de armazenamento no delineamento inteiramente casualizado com três repetições, sendo um maço de 30 g a unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Como os tratamentos alcançaram diversos períodos de vida útil, a análise de regressão foi realizada separadamente por cada tratamento. As médias do fator qualitativo foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Na determinação do teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido, além da análise dos tratamentos-controle (T1 e T4), foi utilizada a análise descritiva dos dados. Os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste “t” de Student, adotando-se o nível de 5% de probabilidade no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico. O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de cada variável foi calculado em relação à média:

$$r^2 = \frac{SQ_{reg}}{SQ_T} \quad , \text{ onde:}$$

$SQ_{reg}$  = soma de quadrado devido a regressão; e

$SQ_T$  = soma de quadrado do tratamento (tempo após o tratamento).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Perda de massa de folhas frescas

Observou-se aumento linear da perda de massa ao longo do período de armazenamento a 5 e a 25 °C usando-se ou não o pré-resfriamento das folhas acondicionadas em embalagens PET (Figuras 13 e 14).

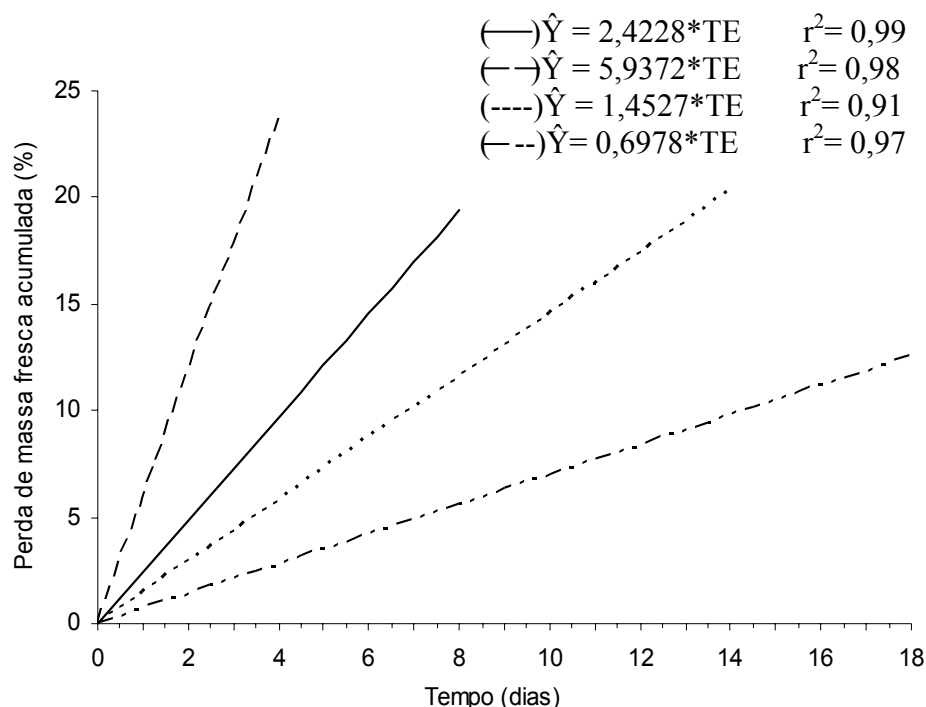


Figura 13 – Estimativa da perda de massa acumulada (%) em folhas frescas de salsa em função do tempo (TE) armazenadas a 5 °C por até 18 dias sem pré-resfriamento com (—) e sem (- -) perfuração na embalagem e com pré-resfriamento com (- · - ·) e sem (- · - ·) perfuração na embalagem. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Nos maços armazenados a 5 °C (Figura 13), o aumento linear por dia da perda de massa foi da ordem de 2,42%; 5,94%; 1,45% e 0,70% nos tratamentos sem pré-resfriamento com embalagem perfurada, sem pré-

resfriamento com embalagem sem perfuração, com pré-resfriamento com embalagem perfurada e com pré-resfriamento com embalagem sem perfuração, respectivamente. O pré-resfriamento foi efetivo em reduzir a perda de massa das folhas frescas acondicionadas em embalagens PET durante o armazenamento a 5 °C. Ao final do armazenamento, os tratamentos sem pré-resfriamento propiciaram menor longevidade das folhas acumulando a perda estimada de 19,38% após 8 dias e 23,75% após 4 dias nas folhas armazenadas em embalagens com e sem perfuração, respectivamente. Já os tratamentos com pré-resfriamento causaram perdas estimadas de 20,34% após 14 dias e apenas 12,56% após 18 dias de armazenamento nos tratamentos em embalagens com e sem perfuração, respectivamente.

Nos tratamentos sem pré-resfriamento a perda de massa foi maior nos maços acondicionados em embalagens sem perfuração (T3) em relação às embalagens com perfuração (T2) (Figura 13). Este comportamento pode estar relacionado ao fato de que após a colheita o calor de campo das plantas pode ter sido retido na embalagem sem perfuração, permitindo maior respiração e transpiração das folhas, causando elevada perda de massa do produto. Nos tratamentos com pré-resfriamento a perda de massa foi maior nos maços acondicionados em embalagens com perfuração (T5) em relação às embalagens sem perfuração (T6). O pré-resfriamento retira o calor de campo do produto, havendo neste caso apenas o efeito do déficit de pressão de vapor, onde a embalagem sem perfuração condicionou uma atmosfera com níveis elevados de umidade no seu ambiente interno, havendo redução do gradiente de pressão de vapor de água entre o produto e a atmosfera interna da embalagem reduzindo a perda de água e conseqüentemente de massa fresca.

A taxa de perda de água pelos produtos hortícolas é função da interação entre fatores do meio e internos dos órgãos vegetais e a taxa de difusão do vapor de água do produto ao ambiente, sendo determinada, em parte, pela relação superfície/volume, natureza da superfície protetora e integridade física (FINGER & VIEIRA, 1997). Neste trabalho foi observada forte influência do tratamento com pré-resfriamento sobre a redução da perda pós-colheita de água das folhas acondicionadas em embalagens PET refletindo, assim, em produto de melhor qualidade no que se refere à turgidez das folhas e maior longevidade ao final do período de armazenamento sob refrigeração.

O pré-resfriamento por 15 minutos com imersão em água gelada após a colheita e o uso da embalagem PET não-perfurada foram efetivos em ampliar a longevidade das folhas armazenadas a 5 °C, que de acordo com CORTEZ et al. (2002), são duas ações básicas na fase pós-colheita que evitam muitas perdas. GALVÃO (2005) cita ainda que a atividade metabólica é muito intensa logo após a colheita, indicando que o manejo que se segue à mesma necessita de maior controle, seja pela redução de temperatura e/ou proteção individual da hortaliça, visando manter por mais tempo a qualidade do produto.

Nas folhas armazenadas em temperatura ambiente de 25 °C (Figura 14), as taxas diárias de perda de massa das folhas foram estimadas em aproximadamente 6,34% e 3,92% (sem pré-resfriamento com embalagem perfurada e sem pré-resfriamento com embalagem sem perfuração, respectivamente). Ao final de 3 dias de armazenamento nas folhas que não foram submetidas ao pré-resfriamento a perda de massa foi estimada em 19,02% e 11,78% nos tratamentos em embalagem com e sem perfuração, respectivamente. A perda de massa com pré-resfriamento e com embalagem não foi influenciada pelo tempo de armazenamento, sendo em média 4,08 e 4,51% nas folhas em embalagem com e sem perfuração, respectivamente (Figura 14). Entretanto, nessas folhas houve apodrecimento após três dias de armazenamento, provavelmente, pelo excesso de água nas embalagens proveniente do pré-resfriamento, auxiliado também, de acordo com FINGER & VIEIRA (1997), pelo aumento da umidade do ar com o uso da embalagem e do pré-resfriamento favorecendo o aparecimento de fungos e bactérias. Esta elevação da umidade do ar deve estar associada à redução da temperatura de armazenamento como condição mais adequada à conservação do produto. Este fato vem frisar a importância da continuidade da cadeia de frio durante o período pós-colheita mesmo na presença de algum tratamento para o produto nesta fase.

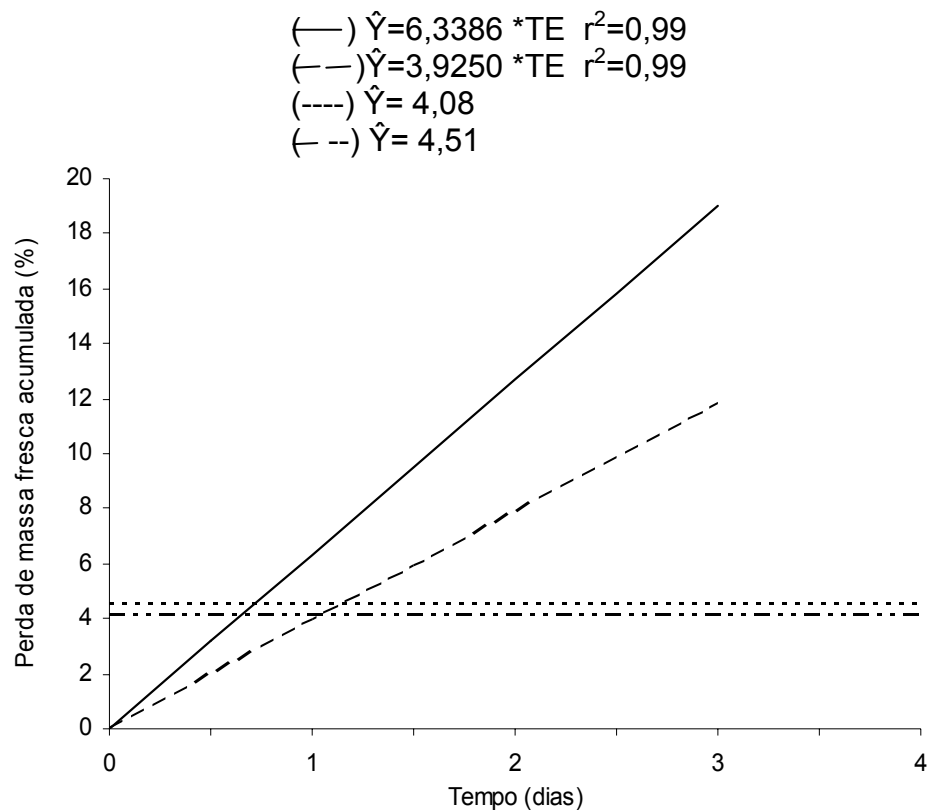


Figura 14 – Estimativa da perda de massa acumulada (%) em folhas de salsinha em função do tempo (TE) armazenadas a 25 °C por até 4 dias sem pré-resfriamento com (—) e sem (---) perfuração na embalagem e com pré-resfriamento com (----) e sem (- - -) perfuração na embalagem. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Houve maior longevidade das folhas submetidas ao pré-resfriamento e armazenadas a 5 °C (Figura 13) em comparação a 25 °C (Figura 14). Este comportamento está relacionado ao fato de que, como citado por PAULL (1999), a temperatura é importante fator do ambiente que deve ser controlado para manutenção da qualidade durante a armazenagem, sendo a refrigeração a técnica mais recomendada e econômica para o armazenamento prolongado dos produtos. O abuso com relação à utilização de temperatura inadequada em nível de varejo (PAULL, 1999), como é normalmente observado com relação a produtos hortícolas como a salsinha; demonstra a total falta de preocupação no mínimo controle ao se armazenar tais produtos o que causa redução da conservação pós-colheita.

A perda de massa acumulada das folhas frescas de salsinha nos tratamentos sem embalagem, considerados como controle, sem e com pré-resfriamento armazenadas a 5 ou 25 °C está na Tabela 13.

Tabela 13 – Valores médios e erro padrão da média de perda de massa (%) em folhas de salsinha armazenadas, sem embalagem, a 5 ou 25 °C nos tratamentos sem e com pré-resfriamento. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamentos	Tempo após o tratamento (h)	Temperatura de armazenamento	
		5 °C	25 °C
Sem pré-resfriamento	0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	12	13,69 ± 0,33	
	24	20,56 ± 0,77	32,56 ± 2,96
Com pré-resfriamento	0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	12	1,00 ± 1,00	
	24	16,20 ± 0,61	28,32 ± 0,79

Observa-se nas folhas sem e com pré-resfriamento, com apenas 24 horas após os tratamentos, os valores médios de perda de massa foram 20,56 e 16,20% respectivamente no armazenamento a 5 °C, e 32,56 e 28,32% no armazenamento a 25 °C (Tabela 13), ao passo que com embalagem (Figuras 13 e 14) a perda de massa em 24 horas foi estimada em 0,70 a 6,34% dependendo do tratamento. Nota-se, desta forma, a grande importância do uso da embalagem PET na redução da perda de massa do produto. MESSIAS (2004) observou efeito do mesmo tipo de embalagem na redução de 6% da perda de massa acumulada de folhas frescas de manjeriço cv. Semi-roxo e cv. Branco, armazenadas a 5 °C. No presente experimento a 5 °C, com o uso de embalagens perfuradas ou não houve redução de aproximadamente 14 a 18% na perda de massa acumulada das folhas frescas submetidas ou não ao pré-resfriamento. A embalagem agiu passivamente no controle da perda de massa, pois a barreira física à permeação imposta condicionou a atmosfera com níveis altos de umidade no ambiente interno à embalagem, desta forma houve redução do gradiente de pressão de vapor de água entre o produto e a

atmosfera interna da embalagem reduzindo então a perda de água e conseqüentemente de massa.

Nas folhas de salsinha sem embalagem houve redução de aproximadamente 4% na perda de massa acumulada com uso do pré-resfriamento independente da temperatura de armazenamento e de 12% com o uso da refrigeração com ou sem pré-resfriamento. A refrigeração teve maior influência do que o pré-resfriamento na redução da perda de massa acumulada de salsinhas sem embalagens. Em condições de temperatura mais elevada há aumento da atividade metabólica do produto, reduzindo a conservação pós-colheita de produtos hortícolas (TAIZ & ZEIGER, 2004).

SEGANFREDO (1998) analisando o armazenamento de taioba em câmara úmida (95% UR) a 25 °C, sem embalagem e sem pré-resfriamento, verificou perda de peso de apenas 9% após 5 dias de armazenamento. No presente experimento a umidade relativa do ambiente não foi controlada, obtendo-se valores de 65-70%, fazendo com que houvesse maior gradiente de pressão de vapor de água entre o produto e a atmosfera aumentando a perda de água e conseqüentemente de massa. Além disso, a taxa de transpiração e conseqüentemente a perda de massa também é afetada por várias propriedades das hortaliças como morfologia, características anatômicas, relação superfície/volume, danos superficiais, o estágio de maturação e outros fatores ambientais, como temperatura, movimento do ar e pressão atmosférica (FINGER & VIEIRA, 1997).

### **3.2. Análise de clorofila**

Não houve influência do tempo após o tratamento sobre os valores SPAD, referentes à clorofila, durante o armazenamento de folhas de salsinha por até 18 dias a 5 °C, obtendo-se valores médios de 33,66; 34,92; 33,92 e 33,73 unidades SPAD nos tratamentos sem pré-resfriamento com embalagem perfurada, sem pré-resfriamento com embalagem não perfurada, com pré-resfriamento com embalagem perfurada e com pré-resfriamento com embalagem não perfurada, respectivamente (Tabela 14).

De acordo com a equação pré-estabelecida no capítulo 1 associando-se os valores SPAD (X) aos teores de clorofila das folhas pelo método de ARNON (1949) ( $\hat{Y} = - 15,195 + 5,2693 X$ ;  $r^2 = 0,92$ ), nos respectivos tratamentos os

valores médios foram estimados entre 162,17 e 168,81 mg.100 g<sup>-1</sup> de clorofila total nas folhas. A baixa temperatura impediu a degradação de clorofila mantendo as plantas verdes no final do armazenamento.

Tabela 14 – Equações de regressão ajustadas do teor de clorofila em folhas de salsinha armazenadas a 5 °C por até 18 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup>. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamentos	Teor de clorofila (unidades SPAD)
T2	$\hat{Y} = 33,66$
T3	$\hat{Y} = 34,92$
T5	$\hat{Y} = 33,92$
T6	$\hat{Y} = 33,73$

<sup>1</sup>T2= sem pré-resfriamento, com embalagem perfurada; T3= sem pré-resfriamento, com embalagem não perfurada; T5= com pré-resfriamento, com embalagem perfurada e T6= com pré-resfriamento, com embalagem não perfurada.

Entretanto, houve efeito do tempo após o tratamento sobre os valores SPAD, referentes à clorofila, durante o armazenamento de folhas de salsinha acondicionadas em embalagens PET por até 4 dias a 25 °C (Figura 15).

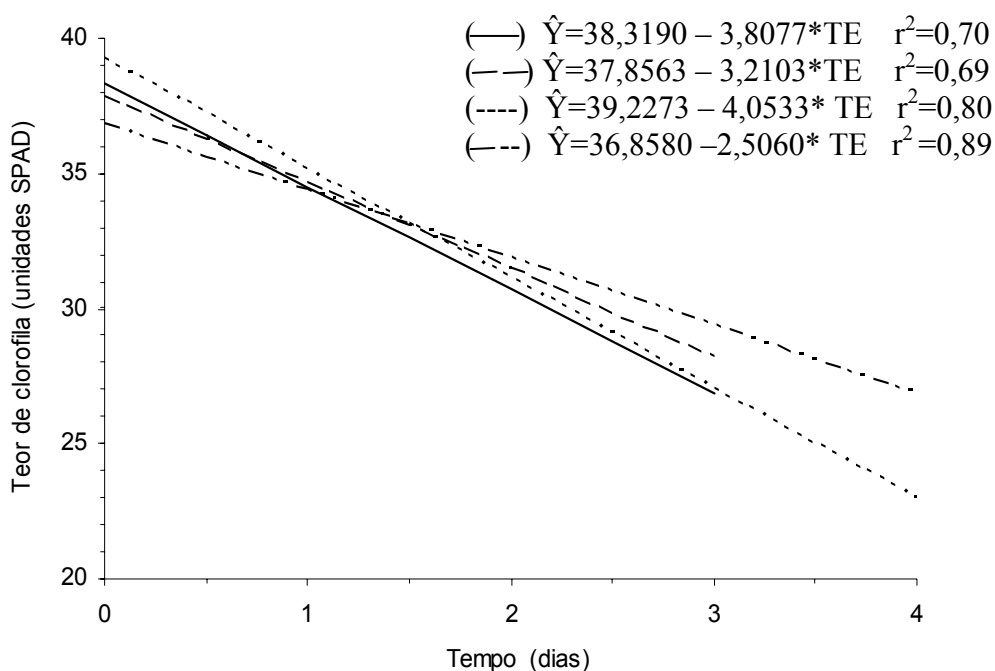


Figura 15 – Estimativa do teor de clorofila (unidades SPAD) em folhas de salsinha em função do tempo (TE) armazenadas a 25 °C por até 4 dias sem pré-resfriamento com (—) e sem (---) perfuração na embalagem e com pré-resfriamento com (....) e sem (- - -) perfuração na embalagem. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

A cada dia após o tratamento, houve queda nos teores de clorofila de 3,81; 3,21; 4,05 e 2,51 unidades SPAD nos tratamentos sem pré-resfriamento com embalagem perfurada, sem pré-resfriamento com embalagem não perfurada, com pré-resfriamento com embalagem perfurada e com pré-resfriamento com embalagem não perfurada, respectivamente. O pré-resfriamento e acondicionamento em embalagens PET sem perfuração contribuíram para menor redução de clorofila das folhas armazenadas à temperatura ambiente.

A coloração foi indicativa do avanço da senescência das folhas, ou seja, a perda total de coloração, pois o amarelecimento das folhas armazenadas à 25 °C foi detectado no terceiro dia após o tratamento, enquanto que a 5 °C as folhas mantiveram-se verdes por 18 dias (Figura 16).

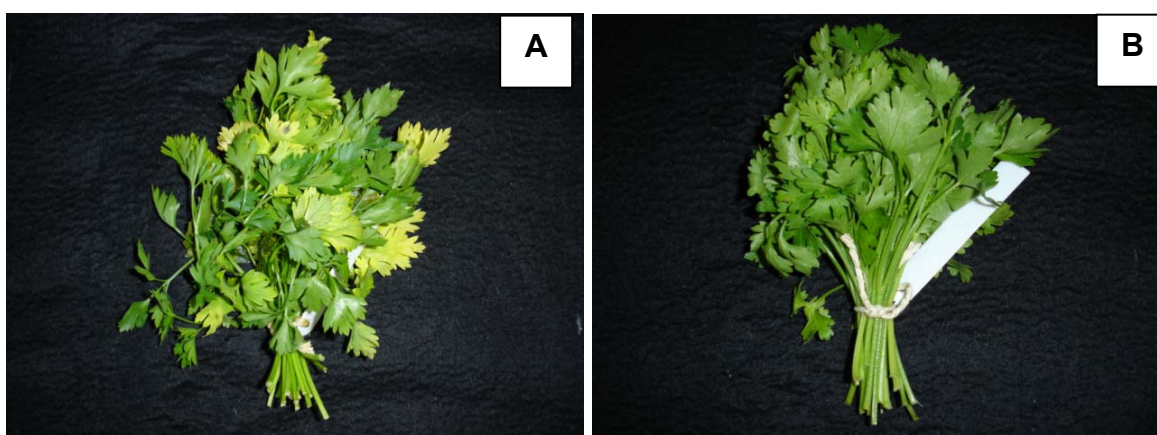


Figura 16 – Coloração das folhas de salsinha pré-resfriadas com água gelada, acondicionadas em embalagens PET e armazenadas a 25 °C por 4 dias (A) e a 5 °C por 18 dias (B). Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Nas folhas de salsinha armazenadas sem embalagem, consideradas como tratamentos-controle, verifica-se pequeno acréscimo na concentração de clorofila estimada pelo SPAD, em 24 horas de armazenamento (Tabela 15). Este comportamento foi verificado por MESSIAS (2004) em folhas de manjeriço armazenadas por 5 dias a 5 °C. O aumento dos teores de clorofila

durante o armazenamento pode estar associado à grande perda de massa nestes tratamentos sem embalagem (Tabela 13), causando aumento da concentração, ou seja, a unidade medida pelo SPAD é aumentada pela murcha das folhas e não por síntese de pigmentos. Embora os valores SPAD nos tratamentos sem embalagem não tenham sido considerados baixos, a longevidade em função destes tratamentos foi de apenas 24 horas, pois as folhas já se encontravam murchas com 16,20 a 32,56% de perda de massa, dependendo do tratamento.

Tabela 15 – Valores médios e erro padrão da média do teor de clorofila (unidades SPAD) em folhas de salsinha armazenadas, sem embalagem, a 5 ou 25 °C nos tratamentos sem e com pré-resfriamento. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamentos	Tempo após o tratamento (h)	Temperatura de armazenamento	
		5°C	25°C
Sem pré-resfriamento	0	33,14 ± 0,12	39,41 ± 1,63
	24	36,54 ± 0,55	40,79 ± 1,45
Com pré-resfriamento	0	34,58 ± 2,29	37,13 ± 1,61
	24	37,91 ± 2,39	39,45 ± 1,69

### 3.3. Teor relativo de água

Assim como na perda de massa houve efeito do tempo após o tratamento sobre o teor relativo de água das folhas armazenadas a 5 ou 25 °C, com decréscimo linear em ambos, independente do tratamento (Figuras 17 e 18).

Houve maior eficiência do pré-resfriamento em relação à sem pré-resfriamento na manutenção do teor relativo de água das folhas armazenadas a 5 °C (Figura 17), pois a perda de água por dia foi 0,44% e 1,32% nos tratamentos com pré-resfriamento com embalagem sem perfuração e com perfuração, respectivamente, atingindo teor estimado em 89,58% ao final de 18 dias e 78,52% aos 14 dias de armazenamento refrigerado.

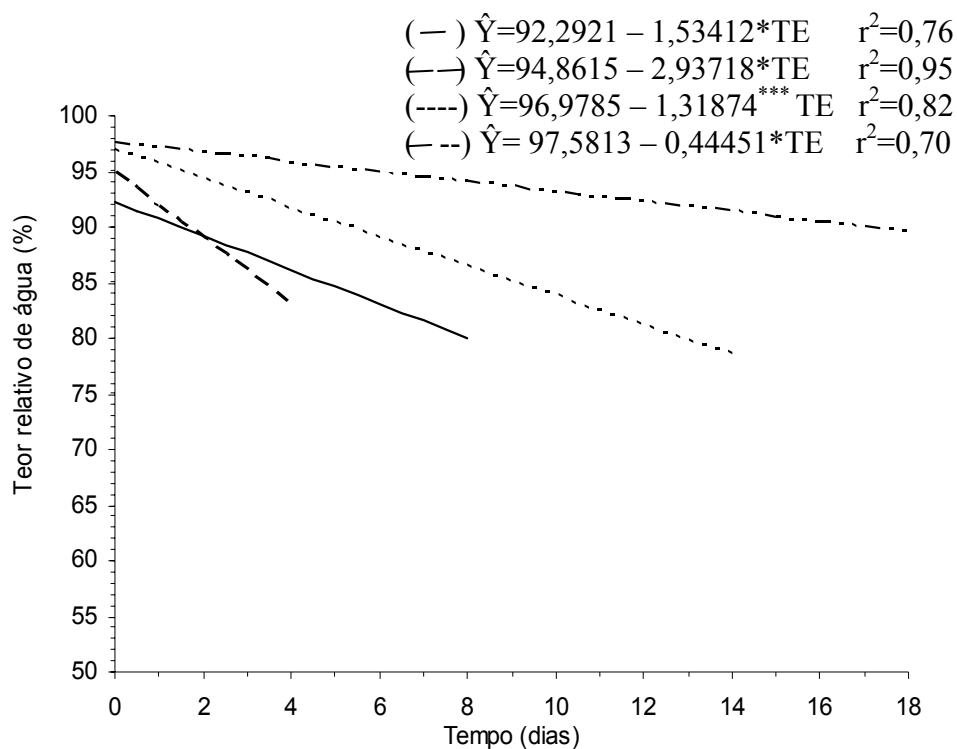


Figura 17 – Estimativa do teor relativo de água em folhas de salsinha em função do tempo (TE) armazenadas a 5 °C por até 18 dias sem pré-resfriamento com (—) e sem (—) perfuração na embalagem e com pré-resfriamento com (----) e sem (---)perfuração na embalagem. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

\*\*\* Significativo ao nível de 10% de probabilidade pelo teste “t”.

Já nas folhas sem pré-resfriamento com embalagem perfurada e com embalagem sem perfuração as taxas de decréscimo no teor relativo de água foram estimadas em 1,53% e 2,94% ao dia, respectivamente, atingindo valores de 80,02% aos 8 dias e 83,11% aos 4 dias de armazenamento refrigerado. O pré-resfriamento foi efetivo em manter o teor relativo de água das folhas acondicionadas em embalagens PET em maiores valores provavelmente, como citado por FORNEY & RIJ (1991), pela influência da menor temperatura interna do maço no momento do acondicionamento afetando a taxa transpiratória e respiratória e, dessa forma, a taxa de modificação da atmosfera no interior da embalagem. Os mesmos autores verificaram redução na qualidade de floretes de brócolis quando não pré-resfriados antes do acondicionamento em relação aos pré-resfriados e este fato foi justificado pelo maior déficit de pressão de

vapor no produto sem pré-resfriamento, resultando em maior perda de água e diminuição da turgidez.

No armazenamento a 25 °C, o efeito do pré-resfriamento foi semelhante e benéfico na manutenção da turgidez das folhas (Figura 18).

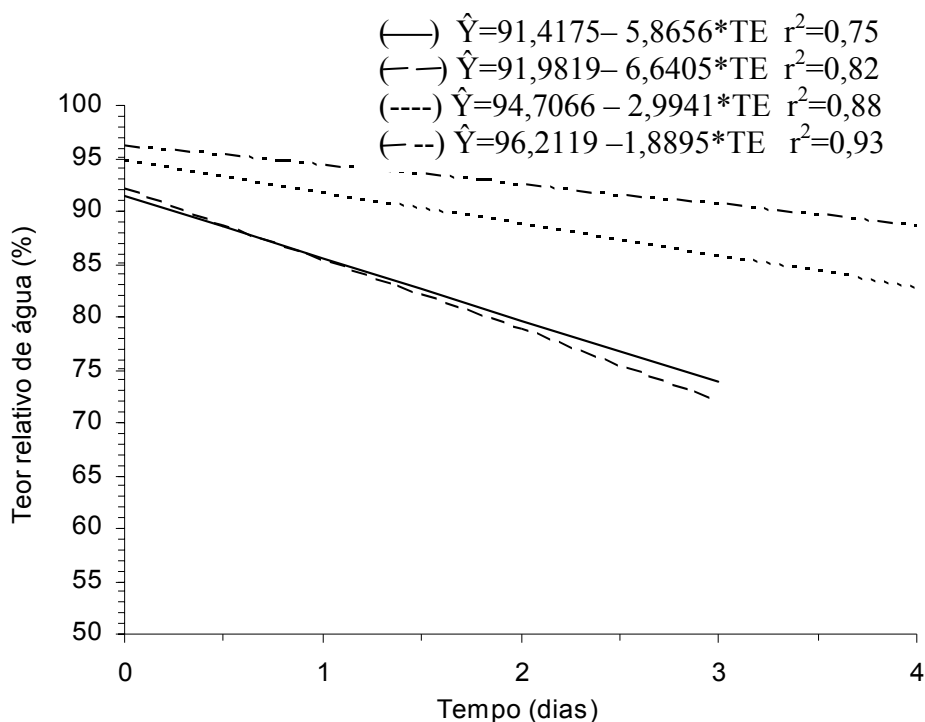


Figura 18 – Estimativa do teor relativo de água em folhas de salsa em função do tempo (TE) armazenadas a 25 °C por até 4 dias sem pré-resfriamento com (—) e sem (- -) perfuração na embalagem e com pré-resfriamento com (----) e sem (- - -) perfuração na embalagem. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Neste caso, as taxas de decréscimo no teor relativo de água foram estimadas em 2,99% e 1,89% ao dia nos tratamentos com pré-resfriamento em embalagem perfurada e sem perfuração e 5,86% e 6,64% ao dia nos tratamentos sem pré-resfriamento em embalagem perfurada e sem perfuração, respectivamente. Ao final do armazenamento, as folhas atingiram valores do teor relativo de água estimados em 82,73 e 88,65% nos tratamentos com pré-resfriamento em embalagem com e sem perfuração, respectivamente, no quarto dia, em comparação a 73,82 e 72,06% nos tratamentos sem pré-

resfriamento em embalagem com e sem perfuração, respectivamente, no terceiro dia de armazenamento.

Comparando-se os dados dos tratamentos nas duas temperaturas de armazenamento pós-colheita quanto ao decréscimo do teor relativo de água, observou-se que a 5 °C as folhas perderam menos a sua turgidez em comparação a 25 °C (Figuras 17 e 18). Em condições ambiente a temperatura mais alta aumenta o gradiente de pressão de vapor, a atividade metabólica e a troca gasosa com o meio, elevando conseqüentemente a respiração e reduzindo a conservação pós-colheita de produtos hortícolas (TAIZ & ZEIGER, 2004), observando-se no presente experimento, aumento de até 14 dias na longevidade das folhas submetidas à refrigeração em relação à temperatura ambiente, dependendo do tratamento utilizado.

O teor relativo de água das folhas de salsinha nos tratamentos sem embalagem, considerados como controle, sem e com pré-resfriamento armazenadas a 5 ou 25 °C constam na Tabela 16.

Tabela 16 – Valores médios e erro padrão da média do teor relativo de água (%) em folhas de salsinha armazenadas, sem embalagem, a 5 ou 25 °C nos tratamentos sem e com pré-resfriamento. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamentos	Tempo após o tratamento (h)	Temperatura de armazenamento	
		5°C	25°C
Sem pré-resfriamento	0	91,23 ± 0,97	88,08 ± 3,81
	24	68,82 ± 1,73	54,95 ± 2,05
Com pré-resfriamento	0	93,28 ± 1,14	90,82 ± 0,81
	24	80,54 ± 2,79	73,54 ± 2,37

Observa-se na Tabela 16 que, nos tratamentos sem e com pré-resfriamento, com apenas 24 horas de armazenamento o teor relativo de água das folhas decresceu em 22,41% (91,23-68,82) e 12,74% (93,28-80,54), respectivamente, no armazenamento a 5 °C, e 33,13% (88,08-54,95) e 17,28% (90,82-73,54) no armazenamento a 25 °C (Tabela 16), ao passo que com embalagem (Figuras 17 e 18) houve decréscimo estimado em 0,44 a 6,64% em 24 horas, dependendo do tratamento e temperatura de armazenamento. Os resultados da Tabela 16 mostram ainda que, mesmo sem embalagem, o uso

da refrigeração e/ou do pré-resfriamento com água gelada logo após a colheita de salsinha foi efetivo em retardar a perda de turgidez das folhas, já que houve menores valores de decréscimo no teor relativo de água. Estes dados mostram a grande importância do uso da embalagem PET na manutenção da turgidez do produto. Em estudos realizados por LAZAN et al (1987) com a hortaliça folhosa *Brassica juncea* armazenada a 24/28 °C ou 2/4 °C por 5 dias, o uso de embalagens também foi efetivo em manter o teor relativo de água, principalmente se utilizada em associação com refrigeração. A embalagem agiu passivamente no controle da perda de massa e teor relativo de água, pois a barreira física à permeação imposta condicionou a atmosfera com níveis altos de umidade no ambiente interno à embalagem, desta forma houve redução do gradiente de pressão de vapor de água entre o produto e a atmosfera interna da embalagem reduzindo então a perda de água. Provavelmente o deslocamento de água foi direcionado ao ambiente, pois paralelamente à redução do teor relativo de água aumentou-se a porcentagem de perda de massa com o período após os tratamentos.

#### **3.4. Açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido**

Foram variáveis os valores médios dos teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido em folhas de salsinha antes e após o armazenamento a 5 ou 25 °C (Tabelas 17 e 18), não havendo relação com o tratamento aplicado. Apenas no teor de açúcares solúveis totais nas folhas armazenadas a 5 °C houve efeito dos tratamentos com pré-resfriamento e utilização de embalagens PET (T5 e T6) na redução da taxa de decréscimo desses teores (T1= 0,86; T2= 0,35; T3= 0,60; T4= 1,64; T5 = 0,10 e T6= 0,20 %/dia).

Tabela 17 - Valores médios e erro-padrão da média dos teores de açúcares solúveis totais (AST), amido (AM), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR) em folhas de salsinha no momento da colheita (dia 0) e após o armazenamento a 5 °C por até 18 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup>. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamentos <sup>1</sup>	Dias de armazenamento	AST	AM	AR	ANR
	0	7,13 ± 0,38	0,93 ± 0,26	0,10 ± 0,01	10,05 ± 0,37
1	1	6,27 ± 0,69	1,16 ± 0,06	0,45 ± 0,02	13,08 ± 0,27
2	8	4,32 ± 0,93	1,01 ± 0,39	0,36 ± 0,00	8,97 ± 0,93
3	4	4,71 ± 1,15	1,03 ± 0,37	0,44 ± 0,01	9,74 ± 1,12
4	1	5,49 ± 0,69	0,94 ± 0,24	0,44 ± 0,01	11,42 ± 0,67
5	14	5,75 ± 1,81	1,22 ± 0,52	0,46 ± 0,01	11,97 ± 1,77
6	18	3,51 ± 0,13	0,89 ± 0,25	0,38 ± 0,01	7,20 ± 0,13

<sup>1</sup>T1= sem pré-resfriamento e sem embalagem; T2= sem pré-resfriamento, com embalagem perfurada; T3= sem pré-resfriamento, com embalagem não perfurada; T4= com pré-resfriamento e sem embalagem; T5= com pré-resfriamento, com embalagem perfurada e T6= com pré-resfriamento, com embalagem não perfurada.

Tabela 18 - Valores médios e erro-padrão da média dos teores de açúcares solúveis totais (AST), amido (AM), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR) em folhas de salsinha no momento da colheita (dia 0) e após o armazenamento a 25 °C por até 4 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup>. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamentos <sup>1</sup>	Dias de armazenamento	AST	AM	AR	ANR
	0	10,71 ± 0,50	5,84 ± 0,15	0,48 ± 0,01	16,19 ± 0,48
1	1	12,91 ± 0,14	5,28 ± 0,02	0,32 ± 0,01	19,76 ± 0,15
2	3	9,29 ± 0,61	6,04 ± 0,13	0,15 ± 0,01	14,30 ± 0,60
3	3	9,45 ± 0,77	6,06 ± 0,23	0,17 ± 0,04	14,53 ± 0,73
4	1	11,74 ± 1,57	6,46 ± 0,06	0,30 ± 0,05	17,96 ± 1,52
5	4	9,58 ± 0,18	5,97 ± 0,13	0,14 ± 0,01	14,77 ± 0,17
6	4	8,67 ± 0,49	5,51 ± 0,61	0,12 ± 0,01	13,38 ± 0,48

<sup>1</sup>T1= sem pré-resfriamento e sem embalagem; T2= sem pré-resfriamento, com embalagem perfurada; T3= sem pré-resfriamento, com embalagem não perfurada; T4= com pré-resfriamento e sem embalagem; T5= com pré-resfriamento, com embalagem perfurada e T6= com pré-resfriamento, com embalagem não perfurada.

#### 4. CONCLUSÕES

- O pré-resfriamento da salsa com água gelada por 15 minutos reduz a perda de massa e retarda o início da perda de turgidez das folhas, independente do uso ou não da embalagem.
- O acondicionamento das folhas de salsa em embalagens PET estende a longevidade do produto quando armazenado em 5 °C.
- Os teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido das folhas não são afetados pelos tratamentos.
- Os fatores que limitam a armazenagem pós-colheita da salsa incluem, principalmente, a perda de massa das folhas com redução na turgidez e a perda da cor verde das folhas devido à degradação de clorofila.
- Sob temperatura de armazenamento de 5 °C, o hidioresfriamento de salsa e o uso de embalagens PET sem perfuração são alternativas efetivas para maior conservação da qualidade pós-colheita do produto.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- 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. pg. 18-35, 2002.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.
- FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Caderno didático 19. Viçosa: UFV, 29p., 1997.
- FINGER, F. L.; ENDRES, L.; MOSQUIM, P. R.; PUIATTI, M. Physiological changes during postharvest senescence of broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1565-1569, 1999.
- FORNEY, C. F.; RIJ, R. E. Temperature of broccoli florets at time of packaging influences package atmosphere and quality. **HortScience**, v. 26, n. 10, p. 1301-1303, 1991.
- GALVÃO, H. L. **Efeito do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a qualidade pós-colheita de brócolis**. 2005. 38 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

- LAZAN, H.; MOHD. ALI, Z.; AI'ANI MOHD; NAHAR, F. Water stress and quality decline during storage of tropical leafy vegetables. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 5, p. 1286-1288, 1987.
- McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V. et al. Determination of starch and amylase in vegetables. **Analytical Chemistry**, v. 22, p. 1156-1158, 1950.
- MESSIAS, U. **Resposta pós-colheita à injúria por frio de três cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 2004. 36 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. **Journal Biology Chemistry**, v.135, p.136-75, 1944.
- PACHECO, E. B.; HEMAIS, C. A. Mercado para produtos reciclados à base de PET/HDPE/Ionômero. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, p. 59-64, 1999.
- PAULL, R. E.; NISHIJIMA, W.; REYES, M.; CAVALETTO, C. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 11, p. 165-179, 1997.
- PAULL, R. E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology**. v. 15, p. 263-277, 1999.
- SEGANFREDO, R. **Crescimento e senescência pós-colheita de folhas de taioba *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott**. 1998. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Trad. Santarém, E. R. et. al. Porto Alegre: Artmed. 719p., 2004.
- VILELA, N. J.; LANA, M. M.; NASCIMENTO, E. F.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, Brasília, 2003.

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.

## CAPÍTULO 4 - EFEITO DA REHIDRATAÇÃO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE SALSINHA

### RESUMO

Vários métodos têm sido usados objetivando reduzir a perda de água de hortaliças durante o armazenamento, sendo a hidratação em água uma opção possível de aumento da vida-de-prateleira. O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da duração, tempo após a colheita e frequência da hidratação; e a influência da temperatura de armazenamento e da água de hidratação. Ramos de salsinha (*Petroselinum crispum*) foram selecionados, separados em maços de 30 g e submetidos a três experimentos. No primeiro (hidratação com água a 25 °C e armazenamento a 5 °C ou 24 °C), para cada temperatura de armazenamento, foram utilizados os tratamentos T1 = controle; T2 = hidratação por 3 h logo após a colheita; T3 = hidratação por 6 h logo após a colheita; T4 = hidratação por 9 h logo após a colheita, T5 = hidratação por 3 h após 5% de perda de massa; T6 = hidratação por 6 h após 5% de perda de massa; T7 = hidratação por 9 h após 5% de perda de massa; T8 = hidratação por 3 h após 10% de perda de massa; T9 = hidratação por 6 h após 10% de perda de massa; T10 = hidratação por 9 h após 10% de perda de massa. O tempo necessário para atingir a perda de 5 e 10% de massa antes da hidratação foi de 3 e 8 horas, respectivamente, no armazenamento a 5 °C e de 1 e 2:30 h em 24 °C. No segundo experimento, hidratação com água a 5 °C, foram utilizados os mesmos tratamentos com armazenamento a 5 °C. O tempo necessário para atingir a perda de massa de 5 e 10% antes da hidratação foi de 5 e 12 h, respectivamente. No terceiro experimento (frequência de hidratação com água a 5 °C e armazenamento à mesma temperatura) foram utilizados os tratamentos T1 = controle; T2 = sem embalagem e com uma hidratação; T3 = sem embalagem e com hidratações a cada 10% de perda de massa; T4 = com embalagem PET e sem hidratação e T5 = com embalagem PET e com uma hidratação. Foram avaliados a perda de massa, o teor de clorofila (unidades SPAD) e o teor relativo de água das folhas. A hidratação da salsinha logo após a colheita por 3 horas com a temperatura da água a 5 °C pode aumentar sua turgidez e longevidade durante o armazenamento a 5 °C,

principalmente quando realizado antes do acondicionamento em embalagens PET sem perfuração.

**Palavras-chave:** *Petroselinum crispum*, rehidratação, embalagens PET.

## ABSTRACT

### EFFECT OF REHIDRATATION ON THE POSTHARVEST OF PARSLEY

Several methods have been used with the goal to reduce the loss of water of vegetables during the storage, being the water hydration a possible option of increase of the shelf life. The objective of this work was to determine the effect of the duration, time after harvest and frequency of the hydration; and the influence of the storage temperature and on water uptake. Parsley plants were selected, standardized, separate in bundles of 30 g and submitted to 3 experiments. In the first (duration of the hydration with water to 25°C and storage at 5°C or 24°C), for each storage temperature, the treatments were used T1 = control; T2 = hydration for 3 h after the harvest; T3 = hydration for 6 h after harvest; T4 = hydration for 9 h after harvest, T5 = hydration for 3 h after 5% of fresh mass lost; T6 = hydration for 6 h after 5% of fresh mass lost; T7 = hydration for 9 h after 5% of mass lost; T8 = hydration for 3 h after 10% of mass lost; T9 = hydration for 6 h after 10% of mass lost; T10 = hydration for 9 h after 10% of mass lost. The necessary time for to reach each accumulated mass lost of 5 and 10% before the hydration was of 3 and 8 hours, respectively; for the storage at 5°C and of 1:00 and 2:30 hours at 24 °C. In the second experiment, the duration of the hydration with water at 5 °C, the same treatments were used with storage at 5°C. The necessary time to reach the loss of fresh mass of 5 and 10% before the hydration was 5 and 12 hours, respectively. In the third experiment (hydration frequency with water at 5 °C and storage for the same temperature), the treatments were T1 = control; T2 = without PET box and hydration; T3 = without PET box and hydrations after reaching 10% of mass loss; T4 = with PET box and without hydration and T5 = with PET box and a hydration. It was measured loss of fresh matter, the content chlorophyll (units SPAD) and the relative water content of the leaves. The hydration of the parsley soon after the harvest for 3 hours with the temperature of the water at 5°C increase the turgity and longevity during the storage at 5°C, mainly when associated with PET box without perforation.

**Keywords:** *Petroselinum crispum*, rehydration, packings PET.

## 1. INTRODUÇÃO

As hortaliças folhosas se caracterizam pela rápida perecibilidade pós-colheita, sendo particularmente propensas a perder água facilmente devido à alta relação superfície/volume.

A maior parte das frutas e hortaliças contém entre 85% a 95% de água em massa. Excessiva perda de água causa estresse hídrico nos tecidos e, conseqüentemente, acelera a senescência e o declínio na qualidade pós-colheita. A perda de água das folhas destaca-se dentre as principais causas que influenciam fortemente o avanço da senescência (LIPTON, 1987).

Vários métodos têm sido usados com o objetivo de reduzir a perda de água de frutas e hortaliças durante o armazenamento. A refrigeração adequada reduz o metabolismo e a perda de água dos produtos. Embalagens com atmosfera modificada, ou sem, ajudam a manter a umidade relativa no seu interior, o que pode ser vantajoso na manutenção do produto. Alterações nas concentrações dos gases respiratórios, com a redução do oxigênio e o aumento do nível de dióxido de carbono pelo uso da atmosfera controlada, podem ampliar a conservação de frutas e hortaliças. Entretanto, nesses sistemas o alto investimento pode não ser recuperado na venda do produto a varejo. Uma possível opção de aumento da longevidade pode ser obtida pela reposição da umidade por hidratação em água (SHIBAIRO & UPADHYAYA, 1998).

Desta forma, os objetivos deste trabalho com salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' foram determinar:

- o efeito da duração, tempo após a colheita e freqüência da hidratação;
- a influência da temperatura da água de hidratação; e
- o comportamento quanto à temperatura de armazenamento, na longevidade de folhas de salsinha.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

As plantas de salsinha, variedade lisa 'Graúda Portuguesa', foram cultivadas na Horta de Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, com todos os manejos culturais recomendados para a cultura até o ponto de colheita. Os ramos foram colhidos com 55 dias após a semeadura com o corte na altura do colo da planta. A colheita foi realizada entre 7 e 8 horas da manhã, em abril de 2006 e imediatamente os ramos foram transportados ao laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa onde se procedeu aos tratamentos.

Os ramos foram selecionados, sendo retiradas as folhas deterioradas, murchas ou amareladas. Estes foram cortados em aproximadamente 20 cm de comprimento e separados em maços de 30 g.

### **2.1. EXPERIMENTO 1 - Duração da hidratação com água a 25 °C**

O efeito da duração da hidratação com a água a 25 °C foi analisado em ramos 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 = hidratação 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 por 3 horas até a perda de 5% de massa em relação ao seu peso inicial, e então submetidos aos tratamentos: T5 = hidratação por 3 horas após 5% de perda de massa; T6 = hidratação por 6 horas após 5% de perda de massa; T7 = hidratação por 9 horas após 5% de perda de massa. Após a aplicação dos tratamentos, os maços foram armazenados em câmara a 5 °C. No terceiro lote, os maços foram pesados, armazenados a 5 °C por 8 horas até a perda de 10% de massa e então submetidos aos tratamentos: T8 = hidratação por 3 horas após 10% de perda de massa; T9 = hidratação por 6 horas após 10% de perda de massa; T10 = hidratação por 9 horas após 10% de perda de massa. Logo depois, os maços foram armazenados em câmara a 5 °C. A hidratação foi realizada por

meio da completa imersão das folhas em água a 25 °C de acordo com a metodologia de SHIBAIRO & UPADHYAYA (1998).

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 por 1 hora e 2:30 horas, respectivamente.

O tempo necessário no transporte dos ramos do campo até o laboratório, seleção, corte dos ramos, confecção dos maços e aplicação dos tratamentos foi 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 salsinha foi considerada como o período (número de horas) compreendido entre a aplicação dos tratamentos até o período em que o produto permaneceu aceitável durante o armazenamento de acordo com BROSNAN & SUN (2001), sendo esta considerada o murchamento das folhas até no máximo 20% de perda de massa em relação à massa inicial ou pelo aparecimento de características de declínio na qualidade como podridões ou amarelecimento das folhas.

A umidade relativa foi avaliada ao longo dos experimentos, sendo a média 66% no armazenamento a 5 °C e 68% no armazenamento a 25 °C.

## **2.2. EXPERIMENTO 2 – Duração da hidratação das folhas com água a 5°C**

O efeito da duração da hidratação com água a 5 °C foi analisado em ramos submetidos aos mesmos tratamentos do experimento anterior, entretanto com apenas a temperatura de armazenamento de 5 °C antes e após a aplicação dos tratamentos. A hidratação foi realizada por meio da completa imersão das folhas em água a 5 °C obtida por meio da mistura de gelo moído e água (1:3 v/v). Para atingir a perda de massa de 5 e 10% antes da hidratação (tratamentos T5 a T10), os maços foram mantidos a 5 °C por 5 e 12 horas, respectivamente. A umidade relativa foi avaliada ao longo do experimento, obtendo-se no final deste uma média de 72%.

O tempo necessário no transporte dos ramos do campo até o laboratório, seleção, corte dos ramos, 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 este variável entre os tratamentos. A longevidade das folhas de salsinha foi avaliada como no experimento 1.

### **2.3. EXPERIMENTO 3 - Freqüência de hidratação com água a 5°C**

Para análise do efeito da freqüência de hidratação com a temperatura da água a 5 °C, os ramos foram submetidos aos tratamentos: T1 = controle (sem embalagem e sem hidratação); T2 = sem embalagem e com uma hidratação; T3 = sem embalagem e com hidratações com freqüência; T4 = com embalagem e sem hidratação e T5 = com embalagem e com uma hidratação. As hidratações foram realizadas logo após a colheita durante 3 horas por meio da completa imersão das folhas em água a 5 °C obtida com a mistura de gelo moído e água (1:3v/v). A freqüência de hidratação dos maços no tratamento três (T3) foi realizada sempre que houvesse a perda de 10% de massa em relação à antes do tratamento com os maços armazenados a 5 °C. As embalagens utilizadas nos tratamentos T4 e T5 foram de polietileno tereftalato (PET) sem perfurações. Após os tratamentos, os maços foram armazenados em câmara a 5 °C com média de 64% de umidade relativa.

O tempo necessário no transporte dos ramos do campo até o laboratório, seleção, corte dos ramos, 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 este variável entre os tratamentos. A longevidade das folhas de salsinha (número de dias) foi avaliada como no experimento 1.

### **2.4. Perda de massa de folhas frescas**

Em todos os experimentos, durante o armazenamento os maços foram pesados a cada 12 horas após a colheita. A perda de massa foi estimada em relação à massa inicial dos ramos antes do tratamento, conforme metodologia descrita no capítulo 1.

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

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

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 final das folhas após a hidratação foi calculada de acordo com a equação:

$$PMF = \frac{(MFI - MFF) \times 100}{MFI}, \text{ onde:}$$

PMF = perda de massa final (%);

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

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

No cálculo da taxa média de perda de massa foi calculada a taxa de perda de massa para cada intervalo de 12 horas a partir da colheita, como se segue:

$$TPM_{12} = \frac{[(MF_1 - MF_2) \div MF_1] \times 100}{N}, \quad \text{onde:}$$

TPM<sub>12</sub> = taxa de perda de massa em um intervalo de 12 horas (% / h);

MF<sub>1</sub> = massa fresca anterior e maior à pesagem do referido intervalo de 12 h (g);

MF<sub>2</sub> = massa fresca na pesagem do referido intervalo de 12 horas (g);

N = período de cálculo da taxa de perda de massa\* (h).

\* Desconsidera-se o período de hidratação, sendo então o número de horas da saída da hidratação até o momento da pesagem onde houve perda de massa. Do contrário, o valor será sempre o intervalo de 12 horas.

Posteriormente, foi calculada a média das taxas de perda de massa dos intervalos e repetições.

Para o cálculo da recuperação da massa perdida, foi usada a fórmula abaixo:

$$\text{Re} = \frac{A \times 100}{\text{PM}}, \text{ onde}$$

Re = recuperação da massa perdida (%);

A = Absorção total de água pelas folhas durante a hidratação (%);

PM = perda de massa das folhas antes da hidratação (5 ou 10%).

## 2.5. 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 5 leituras em cada maço amostrado no folíolo central, às quais foram expressas em unidades SPAD.

No experimento com a água de hidratação a 25 °C (Experimento 1), durante o armazenamento a 5 °C, a análise dos teores estimados de clorofila foi realizada a 0, 48, 72 e 96 horas após a colheita. No armazenamento a 25°C, a análise foi realizada a 0 e 24 horas após a colheita.

No experimento com a água de hidratação a 5 °C (Experimento 2) a análise dos teores estimados de clorofila foi realizada a 0, 48 e 72 horas após a colheita. No experimento de frequência de hidratação (Experimento 3) esta análise foi realizada a 0, 1, 2 dias após a colheita e a partir daí a cada 2 dias até 26 dias após a colheita.

## 2.6. 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), como descrito no capítulo 1.

## 2.7. Análise estatística

Os experimentos foram instalados segundo o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas os tempos de armazenamento no delineamento inteiramente casualizado com três repetições, sendo cada maço de 30 g a unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Como os tratamentos alcançaram variáveis períodos de vida útil, a análise de regressão foi realizada separadamente por tratamento. As médias do fator qualitativo foram comparadas utilizando-se o critério de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade e o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando o teste “t” de Student, adotando-se o nível de 5% de probabilidade no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico. Para o experimento 3, no qual foram usadas quatro repetições, o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para cada variável foi calculado em relação à média:

$$r^2 = \frac{SQ_{reg}}{SQ_T}, \text{ onde:}$$

$SQ_{reg}$  = soma de quadrado devido a regressão; e

$SQ_T$  = soma de quadrado do tratamento (tempo após o tratamento).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. EXPERIMENTO 1 - Duração da hidratação com água a 25 °C

##### 3.1.1. Perda de massa de folhas frescas

Os valores da absorção total e taxa de absorção de água pelas folhas durante a hidratação em água a 25 °C, taxa de perda de massa e a perda de massa total das folhas armazenadas a 5 °C constam na Tabela 19. Observou-se que com o aumento do tempo de hidratação houve acréscimo na absorção total com maiores valores para os tratamentos com 9 horas de hidratação após 5 (T7) e 10% de perda de massa (T10). Porém houve redução significativa da taxa de absorção, independente da perda de massa das folhas antes da hidratação, com os tratamentos com 3 horas de hidratação após 5 (T5) e 10% de perda de massa (T8) em relação aos demais (Tabela 19).

Tabela 19 - 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 e perda de massa total de folhas frescas de salsinha armazenadas a 5 °C, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup>. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

T <sup>1</sup>	Durante a hidratação			Ponto de descarte		
	Absorção total (%)	Taxa absorção (% / h)	Taxa média de perda de massa (%/h)	Perda de massa total (%)	nº horas após a colheita	nº horas após a hidratação
T1	-	-	1,78 a	21,37 a	12	12
T2	14,07 b	4,69 b	0,55 b	22,73 a	48	45
T3	18,60 b	3,10 b	0,45 b	21,30 a	48	42
T4	21,87 b	2,43 b	0,29 b	18,66 a	48	39
T5	21,12 b	7,04 a	0,35 b	18,90 a	48	40
T6	21,24 b	3,54 b	0,32 b	25,05 a	72	61
T7	31,08 a	3,45 b	0,37 b	21,79 a	72	58
T8	21,37 b	7,12 a	0,37 b	18,94 a	72	46
T9	23,31 b	3,88 b	0,42 b	25,27 a	84	55
T10	28,44 a	3,16 b	0,46 b	26,92 a	84	52

<sup>1</sup>T1 = sem hidratação; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

( - ) sem hidratação.

Grupos de médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-knott.

Com exceção do tratamento com 9 horas de hidratação das folhas que já haviam perdido 10% de sua massa (T10), à medida que se aumentou a perda de massa das folhas antes da hidratação houve aumento da absorção total e da taxa de absorção das folhas. SHIBAIRO & UPADHYAYA (1998) também observaram este efeito de ganho de massa com o aumento do período de hidratação de cenouras, com o acréscimo de 2,45% da massa em 12 horas de hidratação, o que correspondeu a 83% de recuperação da massa perdida. No presente trabalho, as folhas de salsinha com perda de 5 e 10% de massa absorveram durante a hidratação aproximadamente 21% a 31% e 21% a 28% de água, respectivamente, o que correspondeu à recuperação de 422% a 622% e 214% a 284% da massa, havendo, portanto, hidratação dos tecidos. As folhas com 5% de perda de massa recuperaram mais a sua turgidez durante a hidratação com água a 25 °C, possivelmente pela maior deterioração dos tecidos com maior murcha antes da hidratação, pois SHIBAIRO & UPADHYAYA (1998) interpretaram que os tecidos em estado de senescência mais avançado perdem a integridade da membrana e a sua habilidade em absorver água durante a hidratação.

Observou-se que a hidratação foi benéfica por reduzir a taxa de perda de massa das folhas (Tabela 19) durante o armazenamento a 5 °C em relação às folhas não hidratadas (T1).

No armazenamento a 5 °C (Tabela 19) os melhores períodos de vida útil foram obtidos nas folhas submetidas à hidratação após 5% de perda de massa, por 6 horas (T6) e 9 horas (T7) sendo de 61 e 58 horas, respectivamente. No tratamento controle (T1), onde as folhas não foram hidratadas antes do armazenamento, a longevidade foi de apenas 12 horas.

Nas folhas armazenadas a 25 °C (Tabela 20), o comportamento da absorção durante a hidratação e da perda de massa após a hidratação das folhas foi variável de acordo com o tratamento. Com exceção da hidratação das folhas com 5% de perda de massa (T5 a T7), o aumento do tempo de hidratação incrementou a absorção total de água pelas folhas com maior eficiência para o tratamento com 9 horas de hidratação logo após a colheita (T4). Entretanto houve redução na taxa de absorção com o aumento do tempo de hidratação com maior taxa no tratamento com 3 horas de hidratação logo após a colheita (T2). Houve redução na absorção total e na taxa de absorção

das folhas hidratadas com 5% de perda de massa em comparação às hidratadas logo após a colheita (Tabela 20).

Tabela 20 - Valores médios da absorção total e taxa de absorção durante a hidratação em água à 25 °C e taxa média de perda de massa e perda de massa total de folhas frescas de salsinha armazenadas a 25 °C, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup>. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

T <sup>1</sup>	Durante a hidratação		Taxa média de perda de massa (%/h)	Ponto de descarte		
	Absorção total (%)	Taxa absorção (% / h)		Perda de massa total (%)	nº horas após a colheita	nº horas após a hidratação
T1	-	-	2,46 a	29,58 a	12	12
T2	18,54 c	6,18 a	1,54 c	28,75 a	24	21
T3	20,01 b	3,33 c	1,57 c	27,42 a	24	18
T4	25,83 a	2,87 c	1,26 c	27,34 a	24	15
T5	15,39 c	5,13 b	1,72 b	28,57 a	24	20
T6	11,52 c	1,92 d	1,96 b	29,50 a	24	17
T7	16,74 c	1,86 d	1,20 c	22,87 a	24	14
T8	15,03 c	5,01 b	1,76 b	26,61 a	24	18
T9	16,50 c	2,75 c	1,36 c	28,71 a	24	15
T10	21,15 b	2,35 d	1,18 c	12,96 b	24	12

<sup>1</sup>T1 = sem hidratação; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

(-) sem hidratação.

Grupos de médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-knott.

As folhas de salsinha com perda de 5 e 10% de massa absorveram durante a hidratação aproximadamente 11% a 17% e 15% a 21% de água, respectivamente (Tabela 20), o que correspondeu a recuperação de 230% a 335% e 150% a 211% da massa perdida. As folhas com 5% de perda de massa recuperaram mais a turgidez durante a hidratação.

O comportamento da taxa média de perda de massa foi variável com o tratamento (Tabela 20), observando-se estatisticamente, maior taxa de perda

de massa no tratamento sem hidratação (T1). Dessa forma, o tempo de hidratação e a perda de massa antes da hidratação influenciaram de modo diferenciado a perda de massa das folhas armazenadas a 25 °C após a hidratação, porém sempre houve redução desta em relação ao controle.

No armazenamento das folhas a 25 °C (Tabela 20) o tratamento sem hidratação (T1) e o tratamento com hidratação por 9 horas após 10% de perda de massa (T10) possibilitaram menor longevidade com apenas 12 horas. Quando as folhas foram armazenadas a 25 °C, os melhores períodos de vida útil foram obtidos com hidratação por 3 horas logo após a colheita (T2) e por 3 horas após 5% de perda de massa (T5) com 21 e 20 horas, respectivamente (Tabela 20).

Com exceção do tratamento sem hidratação (T1), os tratamentos mantidos a 5 °C durante o armazenamento (Tabela 19) possibilitaram valores superiores de longevidade das folhas em relação ao armazenamento a 25 °C (Tabela 20). Nos tratamentos com hidratação logo após a colheita (T2 a T4) houve acréscimo de 24 horas na longevidade das folhas armazenadas a 5 °C em relação a 25 °C. Nas folhas hidratadas após 5% de perda de massa, a longevidade foi maior em 20 a 44 horas quando as folhas foram armazenadas a 5 °C, dependendo do tratamento. Para as folhas hidratadas após 10% de perda de massa, a longevidade foi maior em 28 a 40 horas no armazenamento a 5 °C, dependendo do tratamento.

As maiores taxas de perda de massa foram observadas nas folhas armazenadas a 25 °C (Tabela 20) em relação a 5 °C (Tabela 19). Observou-se comportamento linear da perda de massa (Tabela 21) durante o armazenamento das folhas frescas em todos os tratamentos e temperaturas de armazenamento, com maiores taxas estimadas nas folhas armazenadas a 25°C em relação a 5 °C. Este comportamento está relacionado ao fato de que a taxa de perda de água pelos produtos hortícolas é função da interação entre fatores do meio e internos dos órgãos vegetais (FINGER & VIEIRA, 1997), sendo que o decréscimo da temperatura reduz a atividade metabólica e a troca gasosa com o meio reduzindo como consequência a respiração e a perda de massa dos produtos hortícolas.

Tabela 21 - Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação da perda de massa ( $\hat{Y} = PM \%$ ) de folhas frescas de salsinha hidratadas com água a 25 °C em função do tempo pós-colheita (TE) em horas, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> no armazenamento a 5 ou 25 °C. Viçosa– Minas Gerais, 2006.

Tratamento <sup>1</sup>	Temperatura de armazenamento			
	5 °C		25 °C	
	Equação	r <sup>2</sup>	Equação	r <sup>2</sup>
T2	$\hat{Y} = 0,4750^* TE$	0,99	$\hat{Y} = 1,2528^* TE$	0,99
T3	$\hat{Y} = 0,3847^* TE$	0,92	$\hat{Y} = 1,0595^* TE$	0,98
T4	$\hat{Y} = 0,1718^{***} TE$	0,59	$\hat{Y} = 0,9197^{***} TE$	0,81
T5	$\hat{Y} = 0,2697^* TE$	0,84	$\hat{Y} = 1,1943^* TE$	0,99
T6	$\hat{Y} = 0,2703^* TE$	0,85	$\hat{Y} = 1,1148^* TE$	0,96
T7	$\hat{Y} = 0,2110^* TE$	0,78	$\hat{Y} = 0,7707^{***} TE$	0,82
T8	$\hat{Y} = 0,1847^{***} TE$	0,81	$\hat{Y} = 1,0532^* TE$	0,99
T9	$\hat{Y} = 0,2057^* TE$	0,83	$\hat{Y} = 0,9633^{***} TE$	0,81
T10	$\hat{Y} = 0,2245^* TE$	0,82	$\hat{Y} = 0,4370^{***} TE$	0,80

<sup>1</sup> T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

\* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

\*\*\* Significativo ao nível de 10% pelo teste F.

OBS: No tratamento sem hidratação (T1) foram realizadas apenas duas pesagens (logo após a colheita e 12 horas após a colheita) não sendo possível a análise de regressão.

### 3.1.2. Análise de clorofila

Os valores SPAD, referentes à clorofila, durante o armazenamento de folhas de salsinha a 5 °C constam na Tabela 22. Com exceção dos tratamentos com hidratação após 5% de perda de massa por 9 horas (T7) e após 10% de perda de massa por 3 horas (T8) verifica-se acréscimo na concentração de clorofila estimada pelo SPAD ao longo do armazenamento. Este comportamento foi verificado por MESSIAS (2004) em folhas de manjeriço armazenadas por 5 dias a 5 °C. O aumento nas unidades medidas pelo SPAD pode estar associado à menor degradação de clorofila das folhas durante o armazenamento a 5 °C e maior perda de massa destes tratamentos causando aumento da concentração de clorofila, ou seja, o número de unidades SPAD foi aumentado pela maior murcha das folhas e não por síntese de pigmentos.

Tabela 22 - Valores médios do teor de clorofila (unidades SPAD) de folhas frescas de salsinha em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> no armazenamento a 5 °C após a hidratação com água a 25 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamento <sup>1</sup>	Tempo após a colheita (h)			
	0	48*	72*	96 <sup>+</sup>
T1	30,36 aB	34,51 aA		
T2	30,36 aB	33,73 aA		
T3	30,36 aB	36,82 aA		
T4	30,36 aB	35,75 aA		
T5	30,36 aB	36,85 aA		
T6	30,36 aB	33,98 aAB	37,04 aA	
T7	30,36 aA	33,32 aA	36,79 aA	
T8	30,36 aA	30,33 aA	36,30 aA	
T9	30,36 aB	31,77 aB	37,65 aA	36,14 aA
T10	30,36 aB	27,05 aB	30,77 bB	37,61 aA

<sup>1</sup> T1 = sem hidratação; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

\* Grupos de médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-knott. As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

<sup>+</sup> Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Decorridos 48 horas da colheita (Tabela 22), nos tratamentos sem hidratação (T1), hidratados logo após a colheita (T2 a T4) e hidratados após 5% de perda de massa por 3 horas (T5) verifica-se acréscimo de 3,37 a 6,49 unidades SPAD nos teores estimados de clorofila, dependendo do tratamento, provavelmente pela intensa perda de massa destes tratamentos já se encontrando no momento do descarte. O tratamento com hidratação após 5% de perda de massa por 6 horas (T6) manteve o valor estimado de clorofila do momento da colheita, embora este valor não tenha diferido de 72 horas após a colheita cujo aumento foi de 6,68 unidades SPAD (37,04 - 30,36) em todo o armazenamento. Os demais tratamentos em 48 horas não diferiram do momento da colheita por permanecerem por menos tempo em exposição após a hidratação. Com 48 horas da colheita, os valores SPAD, referentes à clorofila, variaram de 27,05 a 36,85 unidades SPAD (Tabela 22).

De acordo com a equação pré-estabelecida no capítulo 1 associando os valores SPAD (X) e os teores de clorofila das folhas pelo método de ARNON

(1949) ( $\hat{Y} = - 15,195 + 5,2693 X$ ;  $r^2= 0,92$ ), no respectivo tempo de armazenamento (48 h) os valores médios foram estimados entre 127,34 e 178,98 mg 100 g<sup>-1</sup> de clorofila total nas folhas. Neste período do armazenamento e com 96 horas da colheita, não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto aos valores SPAD. Após 72 horas da colheita, houve diferença significativa entre os tratamentos, onde apenas no tratamento 10 (hidratação por 9 horas após 10% de perda de massa) o valor foi inferior aos demais (Tabela 22).

Houve acréscimo de 7,29 e 7,25 unidades SPAD no tratamento com hidratação após 10% de perda de massa por 6 (T9= 37,65 - 30,36) e 9 (T10= 37,61 - 30,36) horas, respectivamente, com 72 e 96 horas da colheita (Tabela 22).

No armazenamento das folhas a 25 °C após a hidratação (Tabela 23), não houve diferença significativa ao longo do armazenamento de 24 horas ou entre os tratamentos, com valores entre 32,54 e 37,37 unidades SPAD, o que corresponde de 156,27 a 181,72 mg 100 g<sup>-1</sup> de clorofila total, de acordo com a equação pré-estabelecida no capítulo 1 ( $\hat{Y} = - 15,195 + 5,2693 X$ ;  $r^2= 0,92$ ).

Tabela 23 - Valores médios do teor de clorofila (unidades SPAD) de folhas frescas de salsinha em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> no armazenamento a 25 °C após a hidratação com água a 25 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamento <sup>1</sup>	Tempo após a colheita (h)	
	0	24
T1	34,11 aA	34,96 aA
T2	34,11 aA	34,31 aA
T3	34,11 aA	33,17 aA
T4	34,11 aA	35,10 aA
T5	34,11 aA	34,91 aA
T6	34,11 aA	34,90 aA
T7	34,11 aA	36,54 aA
T8	34,11 aA	34,15 aA
T9	34,11 aA	32,54 aA
T10	34,11 aA	37,37 aA

<sup>1</sup>T1 = sem hidratação; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

\*Grupos de médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-knott. As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

### 3.1.3. Teor relativo de água

Houve redução no teor relativo de água das folhas ao longo do armazenamento a 5 °C para todos os tratamentos com água de hidratação a 25°C (Tabela 24).

Tabela 24 - Valores médios do teor relativo de água (%) de folhas frescas de salsinha em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> no armazenamento a 5 °C após a hidratação com água a 25 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamento <sup>1</sup>	Tempo após a colheita (h)			
	0	48*	72*	96 <sup>+</sup>
T1	91,91 aA	68,99 bB		
T2	91,91 aA	63,16 bB		
T3	91,91 aA	54,56 bB		
T4	91,91 aA	74,38 bB		
T5	91,91 aA	64,98 bB		
T6	91,91 aA	82,84 aB	66,90 aC	
T7	91,91 aA	84,31 aAB	75,37 aB	
T8	91,91 aA	83,32 aAB	75,94 aB	
T9	91,91 aA	85,75 aAB	70,33 aBC	54,86 aC
T10	91,91 aA	88,61 aA	70,89 aB	65,75 aB

<sup>1</sup>T1 = sem hidratação; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

\*Grupos de médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-knott. As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

<sup>+</sup> Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Decorridos 48 horas após a colheita (Tabela 24), não houve diferença significativa no teor relativo de água das folhas em relação ao momento da colheita no tratamento com hidratação após 10% de perda de massa por 9 horas (T10), com decréscimo de apenas 3,3% (91,91 – 88,61). Para os tratamentos com hidratação após 5% de perda de massa por 9 horas (T7) e após 10% de perda de massa por 3 e 6 horas (T8 e T9, respectivamente) o teor relativo de água das folhas após 48 horas da colheita não diferiu do momento da colheita, sendo estes tratamentos estatisticamente iguais a 72 horas da colheita. Estes tratamentos possibilitaram maior manutenção da turgidez das

folhas por permanecerem por menos tempo em exposição na câmara após a hidratação, com decréscimos no teor relativo de água de 16,54% (91,91 - 75,37), 15,97% (91,91 - 75,94) e 21,58% (91,91 - 70,33) para T7, T8 e T9 respectivamente, com 72 horas da colheita, em comparação a um decréscimo de 22,92% (91,91 - 68,99) no tratamento sem hidratação (T1) 48 horas após a colheita. Em 96 horas de armazenamento verifica-se decréscimo no teor relativo de água de 37,05% (91,91 - 54,86%) no tratamento T9 e de 26,16% (91,91 - 65,75) no tratamento T10.

Com 48 horas da colheita houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 24), onde nos tratamentos sem hidratação (T1), com hidratação logo após a colheita por 3 (T2), 6 (T3) e 9 (T4) horas e hidratação por 3 horas após 5% de perda de massa (T5) os teores relativos de água das folhas foram menores com 68,99; 63,16; 54,56; 74,38 e 64,98%, respectivamente. Este comportamento pode ser explicado pelo fato de que com 48 horas da colheita, devido ao tempo de hidratação diferenciado entre os tratamentos e ao tempo até que as folhas alcançassem 5% de perda de massa antes da hidratação, estes tratamentos permanecessem por mais tempo em exposição ao armazenamento de 5 °C, havendo maior perda de turgidez dos tecidos. Nos demais tratamentos os valores foram maiores e não diferiram entre si durante o armazenamento a 5 °C. Com 72 e 96 horas da colheita não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao teor relativo de água das folhas armazenadas a 5 °C (Tabela 24).

No armazenamento a 25 °C (Tabela 25) houve decréscimo no teor relativo de água das folhas com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos. Com 24 horas após a colheita houve diferença significativa entre os tratamentos, com teor relativo de água superior das folhas hidratadas por 9 horas logo após a colheita (T4 = 79,51%), 6 e 9 horas de hidratação após 5% de perda de massa (T6 = 78,04 e T7 = 85,27%, respectivamente) e 9 horas de hidratação após 10% de perda de massa (T10 = 79,77%). Tais tratamentos foram os que se mantiveram por menos tempo em exposição à temperatura ambiente de armazenamento após a hidratação, permanecendo as folhas mais túrgidas que os demais que foram estatisticamente menores e não diferiram entre si.

Tabela 25 - Valores médios do teor relativo de água (%) de folhas frescas de salsinha em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> no armazenamento a 25 °C após a hidratação com água a 25 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamento <sup>1</sup>	Tempo após a colheita (h)	
	0	24
T1	90,84 aA	71,27 bB
T2	90,84 aA	72,43 bB
T3	90,84 aA	72,49 bB
T4	90,84 aA	79,51 aB
T5	90,84 aA	70,82 bB
T6	90,84 aA	78,04 aB
T7	90,84 aA	85,27 aB
T8	90,84 aA	70,48 bB
T9	90,84 aA	72,25 bB
T10	90,84 aA	79,77 aB

<sup>1</sup>T1 = sem hidratação; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

\*Grupos de médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-knott. As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Após a colheita, devido ao acúmulo de calor no produto, há aumento da transpiração e, como conseqüência, perda de umidade e do turgor celular.

Observa-se que o conteúdo de água das folhas não foi recuperado com a hidratação com água a 25 °C após a colheita, independente do tratamento utilizado (Tabelas 24 e 25), demonstrado pelo decréscimo no teor relativo de água ao longo do tempo de armazenamento. Entretanto, como já discutido, a recuperação da massa perdida após a colheita por meio da hidratação foi de 214% a 622% e 150% a 335% para o armazenamento a 5 e 25 °C, respectivamente. Como houve total recuperação da massa perdida após a hidratação (medido pela absorção total) sem recuperação do conteúdo de água das folhas (no teor relativo de água), sugere-se que a água considerada na absorção seja a da superfície dos tecidos ou dos espaços intercelulares ou ainda que o tempo de 48 e 24 horas após a colheita tenha sido excessivo para a análise do teor relativo de água das folhas durante o armazenamento a 5 e 25 °C, respectivamente.

## 3.2. EXPERIMENTO 2 - Hidratação das folhas com água a 5 °C

### 3.2.1. Perda de massa de folhas frescas

A absorção total e taxa de absorção das folhas durante a hidratação, além da longevidade, taxa de perda de massa e perda de massa total das folhas armazenadas a 5 °C após a hidratação em água à mesma temperatura são apresentadas na Tabela 26.

Tabela 26 - Valores médios da absorção total e taxa de absorção durante a hidratação em água à 5 °C e a taxa média de perda de massa e perda de massa total de folhas frescas de salsinha armazenadas a 5 °C, nos respectivos tratamentos (T)<sup>1</sup>. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

T <sup>1</sup>	Durante a hidratação		Taxa média de perda de massa (%/h)	Ponto de descarte		
	Absorção total (%)	Taxa absorção (% / h)		Perda de massa total (%)	nº horas após a colheita	nº horas após a hidratação
T1	-	-	0,45 a	19,73 a	48	48
T2	27,84 a	9,28 a	0,18 a	21,98 a	84	80
T3	30,78 a	5,13 c	0,25 a	24,13 a	84	77
T4	32,23 a	3,58 d	0,18 a	21,18 a	84	74
T5	20,22 b	6,74 b	0,44 a	24,04 a	60	52
T6	21,18 b	3,53 d	0,37 a	22,82 a	60	49
T7	24,03 b	2,67 e	0,31 a	23,00 a	72	58
T8	22,53 b	7,51 b	0,32 a	21,96 a	72	54
T9	21,00 b	3,50 d	0,30 a	21,79 a	72	51
T10	20,61 b	2,29 e	0,42 a	24,88 a	72	48

<sup>1</sup>T1 = sem hidratação; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

( - ) sem hidratação.

Grupos de médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-knott.

Com o aumento do tempo de hidratação houve acréscimo na absorção total nas folhas hidratadas logo após a colheita (T2 a T4), que foram estatisticamente maiores, e nas folhas hidratadas após 5% de perda de massa

(T5 a T7), embora este aumento não tenha sido comprovado estatisticamente. SHIBAIRO & UPADHYAYA (1998) também observaram efeito de ganho de massa com o aumento do período de hidratação de cenouras, com acréscimo de 2,45% da sua massa em 12 horas de hidratação, o que correspondeu a 83% de recuperação da massa perdida. No presente trabalho, as folhas de salsinha com perda de 5% e 10% de massa absorveram durante a hidratação aproximadamente 20% a 24% e 20% a 22% de água, respectivamente (Tabela 26), o que correspondeu a recuperação de 404% a 480% e 206% a 225% da massa perdida. As folhas com 5% de perda de massa recuperaram mais a sua turgidez durante a hidratação com água a 5°C. Observa-se que houve menor recuperação da massa perdida em comparação ao experimento com água de hidratação a 25 °C e armazenamento das folhas a 5 °C (Tabela 19), com valores de 422% a 622% e 214% a 284% de recuperação das folhas hidratadas após 5% e 10% de perda de massa, respectivamente. Ao contrário do que ocorreu no experimento com a temperatura da água de hidratação de 25 °C, com exceção de 3 horas de hidratação das folhas, à medida que se aumentou a perda de massa das folhas antes da hidratação houve diminuição na absorção total e na taxa de absorção das folhas. Segundo SHIBAIRO & UPADHYAYA (1998) tecidos em estado de senescência mais avançado podem perder a integridade da membrana e a sua habilidade em absorver água durante a hidratação. Além disso, assim como observado no experimento com a temperatura da água de hidratação a 25 °C, houve redução na taxa de absorção com o aumento do tempo de hidratação com maior valor para o tratamento com 3 horas de hidratação logo após a colheita (T2) (Tabela 26). Este fato sugere que a maior absorção de água pelas folhas seja realizada no início da hidratação, independente da temperatura da água. Em hastes de rosas, a maior taxa de absorção de água ocorre nas primeiras horas de hidratação após a colheita seguida pelo declínio gradual (CARPENTER & RASMUSSEM, 1973).

Observa-se que a hidratação das folhas com água à temperatura de 5°C não alterou a taxa de perda de massa em relação às folhas não hidratadas (Tabela 26) durante o armazenamento a 5°C.

Quanto ao ponto de descarte, observa-se na Tabela 26 que os melhores períodos de vida útil foram nas folhas que permaneceram hidratadas por 3 horas (T2) e por 6 horas (T3) logo após a colheita resultando em maiores

longevidades de 80 e 77 horas após a hidratação, respectivamente, durante o armazenamento a 5 °C. Estas longevidades foram superiores aos tratamentos onde as folhas foram submetidas à hidratação com a temperatura da água à 25°C (Tabelas 19 e 20), independente da temperatura de armazenamento.

Em geral, a absorção de água pelas folhas durante a hidratação foi maior quando a temperatura da água foi de 25 °C (Tabela 19) em relação a 5°C (Tabela 26). A viscosidade de um líquido aumenta quando a temperatura diminui (SALISBURY & ROSS, 1992) o que reduz sua mobilidade e absorção de água pela planta. O que pode explicar também a maior recuperação da massa perdida nas folhas hidratadas com água a 25 °C. Entretanto, nos tratamentos onde as folhas foram hidratadas logo após a colheita com água a 5°C (T2 a T4, Tabela 26) houve maior longevidade, maior absorção de água pelas folhas durante a hidratação e menor taxa média de perda de massa após a hidratação das folhas durante o armazenamento a 5°C. Após a colheita o metabolismo respiratório dos órgãos cortados é mais intenso, com aumento na temperatura do produto. Dessa forma, houve maior diferença de temperatura entre as folhas logo após a colheita (aproximadamente 20 °C) e a temperatura da água de hidratação nestes tratamentos (5 °C), fazendo com que houvesse possivelmente maior absorção como forma de resfriamento dos tecidos.

As equações de regressão ajustadas e os coeficientes de determinação da perda de massa (%) das folhas de salsinha em função do tempo após a colheita (TE) nos respectivos tratamentos estão na Tabela 27.

Observou-se comportamento linear para a perda de massa durante o armazenamento das folhas frescas em todos os tratamentos. **De acordo com FINGER & VIEIRA (1997), a taxa de perda de água pelos produtos hortícolas é função da interação entre fatores do meio e internos dos órgãos vegetais.**

Comparando-se este experimento com o anterior observa-se que nos tratamentos com hidratação logo após a colheita (T2 a T4) houve menores taxas de perda de massa durante o armazenamento a 5 °C com água de hidratação a 5 °C (Tabela 27) do que a 25 °C (Tabela 21).

Tabela 27 - Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação da perda de massa ( $\hat{Y} = PM \%$ ) de folhas frescas de salsa hidratadas com água a 5 °C em função do tempo pós-colheita (TE) em horas, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> no armazenamento a 5 °C. Viçosa– Minas Gerais, 2006.

Tratamento <sup>1</sup>	Equação	r <sup>2</sup>
T1	$\hat{Y} = 0,4838^* TE$	0,95
T2	$\hat{Y} = 0,2010^* TE$	0,85
T3	$\hat{Y} = 0,2142^* TE$	0,84
T4	$\hat{Y} = 0,1611^* TE$	0,72
T5	$\hat{Y} = 0,3369^* TE$	0,91
T6	$\hat{Y} = 0,3357^* TE$	0,94
T7	$\hat{Y} = 0,2430^* TE$	0,86
T8	$\hat{Y} = 0,1940^* TE$	0,73
T9	$\hat{Y} = 0,1893^* TE$	0,74
T10	$\hat{Y} = 0,2379^* TE$	0,80

<sup>1</sup>T1 = sem hidratação; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

\* Significativo ao nível de 5% pelo teste F

### 3.2.2. Análise de clorofila

Verifica-se acréscimo na concentração de clorofila estimada pelo SPAD (Tabela 28) no tratamento sem hidratação (T1), tratamento com hidratação com 5% de perda de massa por 9 horas (T7) em 48 horas após a colheita e tratamento com hidratação com 5% de perda de massa por 3 horas (T5) com 72 horas da colheita. Este comportamento foi verificado por MESSIAS (2004) em folhas de manjeriço armazenadas por 5 dias a 5 °C. O aumento dos teores de clorofila durante o armazenamento pode estar associado a elevadas taxas de perda de massa e menor degradação de clorofila das folhas durante o armazenamento a 5 °C causando aumento da concentração, ou seja, a unidade medida pelo SPAD é aumentada pela murcha e não por síntese de pigmentos. Os demais tratamentos foram considerados melhores por manter o teor de clorofila após a hidratação durante todo o armazenamento refrigerado.

Tabela 28 - Valores médios do teor de clorofila (unidades SPAD) de folhas frescas de salsinha em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> no armazenamento a 5 °C após a hidratação com água a 5 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamento <sup>1</sup>	Tempo após a colheita (h)		
	0	48	72
T1	30,52 aB	37,40 aA	38,20 aA
T2	30,52 aA	34,43 aA	34,74 aA
T3	30,52 aA	30,83 bA	35,41 aA
T4	30,52 aA	29,77 bA	31,13 bA
T5	30,52 aB	33,26 bB	37,09 aA
T6	30,52 aA	31,11 bA	32,65 bA
T7	30,52 aB	37,00 aA	37,53 aA
T8	30,52 aA	30,82 bA	31,56 bA
T9	30,52 aA	31,03 bA	31,07 bA
T10	30,52 aA	32,52 bA	33,63 bA

<sup>1</sup>T1 = sem hidratação; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

Grupos de médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-knott. As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em cada tempo amostrado após a colheita, houve influência do tratamento sobre os valores SPAD, referentes à clorofila, durante o armazenamento de folhas de salsinha a 5 °C (Tabela 28).

Em 48 horas após a colheita, os valores SPAD, referentes à clorofila, variaram de 29,77 a 37,40 unidades SPAD. De acordo com a equação pré-estabelecida no capítulo 1 associando os valores SPAD (X) e os teores de clorofila das folhas pelo método de ARNON (1949) ( $\hat{Y} = - 15,195 + 5,2693 X$ ;  $r^2 = 0,92$ ), no respectivo tempo de armazenamento ocorreram valores médios e estimados entre 141,67 e 181,88 mg.100 g<sup>-1</sup> de clorofila total nas folhas. Neste período do armazenamento, houve diferença significativa entre os tratamentos quanto aos teores de clorofila, com valores superiores de 37,40; 34,43 e 37,00 unidades SPAD nos tratamentos sem hidratação (T1), hidratados por 3 horas logo após a colheita (T2) e hidratados por 9 horas após 5% de perda de massa (T7), respectivamente. Em 72 horas da colheita houve diferença entre os tratamentos com menores valores nos tratamentos com 9 horas de hidratação logo após a colheita (T4), 6 horas de hidratação após 5% de perda de massa

(T6) e 3, 6 e 9 horas de hidratação após 10% de perda de massa (T8, T9 e T10, respectivamente).

### **3.2.3. Teor relativo de água**

Houve decréscimo no teor relativo de água das folhas durante o armazenamento a 5 °C (Tabela 29) com maior manutenção nos tratamentos com hidratação logo após a colheita por 3 (T2) e 9 (T4) horas e com hidratação após 10% de perda de massa por 9 horas (T10), com decréscimo de 2,94% (95,73 - 92,79); 10,01% (95,73 - 85,72%) e 5,01% (95,73 - 90,72), respectivamente, com 48 horas da colheita em comparação a 23% de decréscimo no tratamento controle (95,73 - 72,73), sendo considerados os melhores tratamentos.

Decorridos 48 horas da colheita houve diferença significativa entre os tratamentos, com menores valores do teor relativo de água das folhas nos tratamentos sem hidratação (T1) e hidratação por 3 e 6 horas após 5% de perda de massa (T5 e T6, respectivamente) com 72,73; 79,15 e 80,04%, respectivamente. Os demais tratamentos foram superiores e não diferiram entre si.

Às 72 horas da colheita os valores do teor relativo de água superiores aos demais foram nos tratamentos com hidratação por 3 (T8), 6 (T9) e 9 (T10) horas após 10% de perda de massa (Tabela 29). Este fato pode estar relacionado ao longo tempo em que as folhas demoraram a perder 10% de massa antes da hidratação (12 horas) fazendo com que às 72 horas após a colheita estas folhas estivessem armazenadas por apenas 48-54 horas dependendo do tratamento, acarretando em maiores valores de teor relativo de água das folhas.

Assim como para a água de hidratação a 25 °C, observa-se que o conteúdo de água das folhas não foi recuperado com a hidratação às 48 horas da colheita, independente do tratamento (Tabela 29), com decréscimo no teor relativo de água ao longo do tempo de armazenamento. Entretanto, como já discutido, a recuperação da massa perdida após a colheita por meio da hidratação foi de 206% a 480%. Como houve total recuperação da massa perdida após a hidratação sem recuperação do conteúdo de água das folhas,

sugere-se que a água considerada na absorção seja a da superfície dos tecidos ou dos espaços intercelulares ou ainda que o tempo de 48 horas após a colheita tenha sido excessivo para a análise do teor relativo de água das folhas.

Tabela 29 - Valores médios do teor relativo de água (%) de folhas frescas de salsinha em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> no armazenamento a 5 °C após a hidratação com água a 5 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamento <sup>1</sup>	Tempo após a colheita (h)		
	0	48	72
T1	95,73 aA	72,73 bB	67,14 bB
T2	95,73 aA	92,79 aA	69,71 bB
T3	95,73 aA	85,52 aB	76,20 bC
T4	95,73 aA	85,72 aA	68,10 bB
T5	95,73 aA	79,15 bB	74,68 bB
T6	95,73 aA	80,04 bAB	72,22 bB
T7	95,73 aA	86,11 aB	74,34 bC
T8	95,73 aA	86,14 aB	80,88 aB
T9	95,73 aA	90,36 aAB	85,99 aB
T10	95,73 aA	90,72 aA	81,13 aB

<sup>1</sup>T1 = sem hidratação; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T6 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T9 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T10 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

Grupos de médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-knott. As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

### 3.3. EXPERIMENTO 3 - Frequência de hidratação com água a 5 °C

#### 3.3.1. Perda de massa de folhas frescas

Os valores da absorção total e taxa de absorção das folhas durante a hidratação, taxa de perda de massa e perda de massa total das folhas armazenadas a 5 °C constam na Tabela 30.

Tabela 30 – Valores médios da absorção total e taxa de absorção durante a hidratação em água à 5 °C e a taxa média de perda de massa e perda de massa total de folhas de salsinha armazenadas a 5 °C, nos respectivos tratamentos (T<sup>1</sup>). Viçosa – Minas Gerais, 2006.

T <sup>1</sup>	Durante a hidratação			Taxa média <sup>+</sup> de perda de massa (%/h)	Ponto de descarte	
	Hidrata- ção	Absorção total* (%)	Taxa* absorção (% / h)		Perda de <sup>+</sup> massa total (%)	nº dias após a colheita
T1 <sup>2</sup>	-	-	-	1,15 a	22,46 a	1,5
T2	1	36,09 a	12,03 a	0,57 b	20,35 ab	2,5
T3 <sup>3</sup>	1	37,77 a	12,59 a	0,10 c	13,21 b	18
	2	37,35 a	12,45 a			
	3	35,34 a	11,78 a			
	4	33,42 b	11,14 b			
	5	26,82 c	8,94 c			
	6	26,58 c	8,86 c			
	7	26,34 c	8,78 c			
	8	21,36 d	7,12 d			
	9	20,34 d	6,78 d			
	10	20,25 d	6,75 d			
	11	20,19 d	6,73 d			
	12	20,04 d	6,68 d			
	13	19,92 d	6,64 d			
	14	19,35 d	6,45 d			
	15	19,32 d	6,44 d			
	16	18,96 d	6,32 d			
	17	19,17 d	6,39 d			
T4 <sup>2</sup>	-	-	-	0,04 c	19,05 ab	21,5
T5	1	32,93 b	10,98 b	0,04 c	2,84 c	26

<sup>1</sup>T1 = controle; T2 = sem embalagem e com uma hidratação; T3 = sem embalagem e com hidratações com freqüência; T4 = com embalagem PET e sem hidratação e T5 = com embalagem PET e com uma hidratação.

<sup>2</sup> Sem hidratação.

<sup>3</sup> Com hidratações freqüentes a cada vez que alcançava 10% de perda de massa em relação ao inicial.

\* Grupos de médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-knott.

<sup>+</sup> As médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observou-se redução da taxa de perda de massa com o uso da hidratação por 3 horas com água gelada e, ou de embalagens PET em relação ao tratamento controle (T1=1,15 %/h) com 22,46% de perda em apenas 1,5 dia de armazenamento a 5 °C (Tabela 30). Com apenas uma hidratação após a colheita a taxa de perda de massa após a hidratação foi a metade do tratamento controle (T2= 0,57 %/h), com 20,35% de perda após 2,5 dias de armazenamento a 5 °C. As menores taxas de perda foram obtidas nos

tratamentos com hidratações freqüentes (T3) com 0,10 %/h e longevidade de 18 dias, uso de embalagens PET (T4) com 0,04 %/h com 19,05% de perda aos 21,5 dias e com uso de embalagem PET e uma hidratação (T5) com 2,84% de perda aos 26 dias de armazenamento. Embora as folhas deste último tratamento (T5) tenham reduzida perda de massa, houve o aparecimento de podridões nos tecidos indicando o fim do período comercial.

As hidratações freqüentes (T3) reduziram a taxa de absorção e absorção total de água pelas folhas a partir da terceira hidratação quando comparadas a apenas uma hidratação (Tabela 30), com redução de maneira exponencial (Figura 19) e taxa de absorção de 12,59 %/h na primeira hidratação até aproximadamente a metade com 6,32 %/h após 16 hidratações (Tabela 30). SHIBAIRO & UPADHYAYA (1999) também observaram redução no ganho de massa durante a hidratação com repetidas hidratações de cenoura e interpretaram que os tecidos em estado de senescência avançado perdem a integridade da membrana e sua habilidade em absorver água durante a hidratação. No presente experimento observou-se o aparecimento de manchas aquosas e queima nas bordas das folhas sem recuperação da turgidez em algumas folhas depois de repetidas hidratações (Figura 20A).

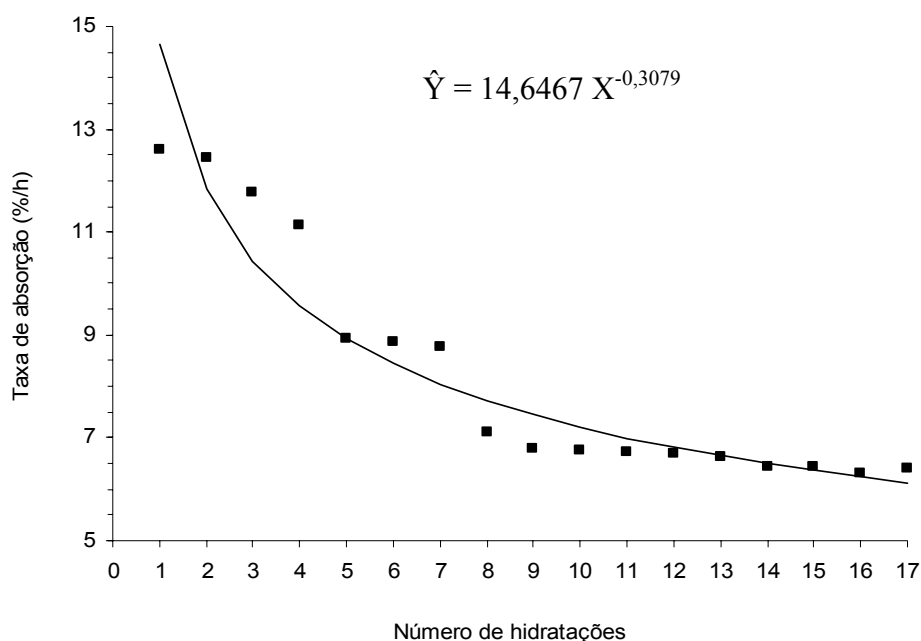


Figura 19 - Estimativa da taxa de absorção de água à 5°C de folhas de salsinha durante a hidratação logo após a colheita por 3 horas, em função do número de hidratações no tratamento com freqüentes hidratações. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

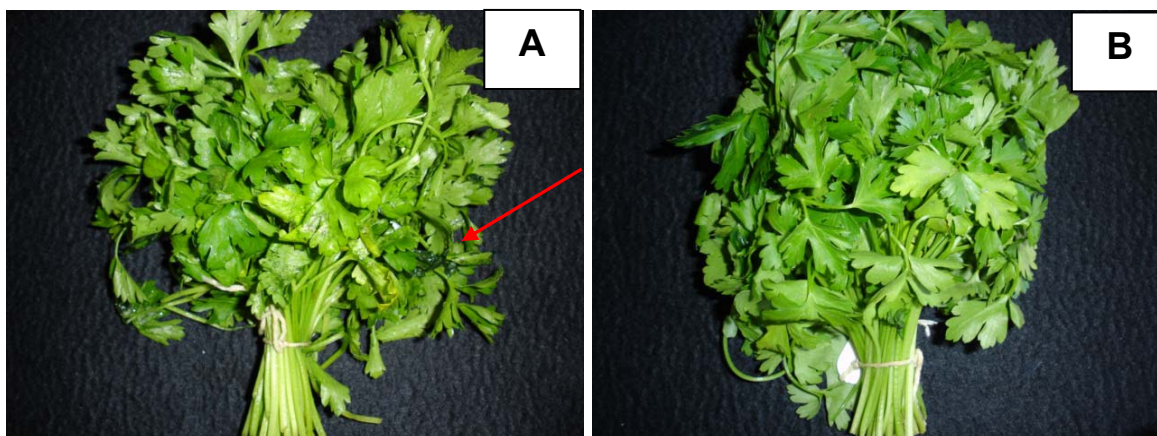


Figura 20 – Aparência das folhas de salsinha com queima nas folhas após 17 hidratações com água gelada logo após a colheita e sem uso de embalagem (A) e hidratadas e acondicionadas em embalagem PET (B) após 18 dias de armazenamento a 5 °C.

A perda de massa acumulada de folhas frescas de salsinha após os tratamentos durante o armazenamento a 5 °C consta na Tabela 31. Houve aumento na perda de massa após a aplicação dos tratamentos com maior intensidade no tratamento controle que foi superior aos demais tratamentos até o momento do descarte com 22,46% de perda em 1,5 dia de armazenamento em comparação a 2,37% no tratamento com uma hidratação (T2), 8,91% no tratamento com hidratações freqüentes (T3, próximo da segunda hidratação), 1,35% no tratamento com embalagem e sem hidratação (T4) e sem perda no tratamento com embalagem e com uma hidratação (T5). A freqüência de hidratação (T3) foi vantajosa com aumento de 15,5 dias de longevidade em relação ao tratamento com apenas uma hidratação (T2).

Aos 2,5 dias de armazenamento (Tabela 31) a perda de massa com única hidratação (T2) no momento do descarte foi 20,35%, sendo maior que os demais tratamentos com 5,42% com freqüência de hidratação (T3), 1,98% com embalagem PET (T4) e sem perda com uma hidratação e embalagem PET (T5). O tratamento T5, com uma hidratação e uso de embalagem PET, foi considerado o melhor por manter o peso das folhas até 18 dias de armazenamento a 5 °C (Figura 20B) com longevidade de 26 dias, momento em que se considerou o fim do período comercial pelo aparecimento de podridões nas folhas. Na embalagem PET a perda de massa foi passiva, pois a barreira física à permeação condicionou a atmosfera com níveis altos de umidade no

ambiente interno à embalagem, havendo redução do gradiente de pressão de vapor de água entre o produto e a atmosfera interna da embalagem. Possivelmente a água da superfície das folhas proveniente da hidratação realizada logo após a colheita e antes do acondicionamento (T5) tenha sido evaporada preferencialmente à dos tecidos, possibilitando maior manutenção do peso dos maços em relação ao uso de embalagem e sem hidratação (T4).

Tabela 31 – Valores médios da perda de massa de folhas frescas de salsinha após os tratamentos (T<sup>1</sup>) ao longo do tempo de armazenamento a 5 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
0,5	12,81 a	0,00 b	0,00 b	0,58 b	0,00 b
1	16,94 a	0,00 b	0,00 b	0,88 b	0,00 b
1,5	22,46 a	2,37 b	8,91 b	1,35 b	0,00 b
2	-	10,19 a	0,00 b	1,66 b	0,00 b
2,5	-	20,35 a	5,42 b	1,98 bc	0,00 c
3	-	-	0,00 b	2,21 a	0,00 b
3,5	-	-	1,64 a	2,40 a	0,00 b
4	-	-	10,00 a	2,66 b	0,00 c
4,5	-	-	0,00 b	2,95 a	0,00 b
5	-	-	7,43 a	3,19 b	0,00 c
5,5	-	-	0,00 b	3,32 a	0,00 b
6	-	-	7,06 a	3,70 b	0,00 c
6,5	-	-	0,00 b	3,90 a	0,00 b
7	-	-	10,00 a	4,26 b	0,00 c
7,5	-	-	0,68 b	5,68 a	0,00 b
8	-	-	10,00 a	6,08 b	0,00 c
8,5	-	-	1,05 b	6,28 a	0,00 b
9	-	-	9,03 a	6,48 a	0,00 b
9,5	-	-	8,30 a	6,80 a	0,00 b
10	-	-	10,00 a	7,51 b	0,00 c
10,5	-	-	7,23 a	8,26 a	0,00 b
11	-	-	10,00 a	8,77 a	0,00 b
11,5	-	-	3,90 a	9,45 a	0,00 a
12	-	-	10,00 a	9,89 a	0,00 b
12,5	-	-	0,72 b	10,32 a	0,00 b
13	-	-	10,00 a	10,77 a	0,00 b
13,5	-	-	1,32 b	11,08 a	0,00 b
14	-	-	8,65 a	11,81 a	0,00 b
14,5	-	-	2,08 b	12,47 a	0,00 b
15	-	-	10,00 a	12,83 a	0,00 b
15,5	-	-	2,45 b	13,14 a	0,00 b

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>				
	T1	T2	T3	T4	T5
16	-	-	10,39 a	13,70 a	0,00 b
16,5	-	-	0,00 b	13,93 a	0,00 b
17	-	-	8,38 a	14,37 a	0,00 b
17,5	-	-	0,00 b	14,71 a	0,00 b
18	-	-	13,21 a	15,10 a	0,04 b
18,5	-	-	-	15,72 a	0,25 b
19	-	-	-	16,50 a	0,50 b
19,5	-	-	-	16,94 a	0,59 b
20	-	-	-	17,43 a	0,67 b
20,5	-	-	-	18,09 a	1,75 b
21	-	-	-	18,33 a	1,77 b
21,5	-	-	-	19,05 a	1,93 b
22	-	-	-	-	1,95
22,5	-	-	-	-	2,15
23	-	-	-	-	2,21
23,5	-	-	-	-	2,23
24	-	-	-	-	2,55
24,5	-	-	-	-	2,59
25	-	-	-	-	2,68
25,5	-	-	-	-	2,75
26	-	-	-	-	2,84

<sup>1</sup> T1 = controle; T2 = sem embalagem e com uma hidratação; T3 = sem embalagem e com hidratações com frequência; T4 = com embalagem PET e sem hidratação e T5 = com embalagem PET e com uma hidratação.

As médias seguidas de uma mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

- Espaços com um traço indicam que o tratamento já foi descartado.

### 3.3.2. Clorofila estimada

Os valores SPAD, referentes à clorofila, durante o armazenamento de folhas de salsinha a 5 °C estão na Tabela 32. Até aos 2 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto aos valores SPAD. Após este período o tratamento com acondicionamento em embalagens PET (T4) foi maior que os demais, não havendo diferença significativa deste com o tratamento com hidratações freqüentes (T3) aos 6 e 12 dias de armazenamento e com o tratamento com uma hidratação e uso de embalagem PET (T5) aos 4 e 14 dias de armazenamento. De 18 a 22 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 32 – Valores médios do teor de clorofila (unidades SPAD) de folhas de salsinha em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> no armazenamento a 5 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	31,90 a	31,90 a	31,90 a	31,90 a	31,90 a
1	32,34 a	32,57 a	31,76 a	32,30 a	29,93 a
2	32,52 a	33,09 a	32,03 a	32,20 a	29,62 a
4	-	-	30,60 b	34,20 a	30,95 ab
6	-	-	30,65 ab	33,52 a	29,51 b
8	-	-	29,72 b	34,83 a	30,36 b
10	-	-	29,70 b	35,40 a	30,25 b
12	-	-	31,36 ab	33,13 a	29,96 b
14	-	-	30,70 b	34,64 a	31,17 ab
16	-	-	30,45 b	33,54 a	30,61 b
18	-	-	30,60 a	32,59 a	30,04 a
20	-	-	-	34,51 a	32,11 a
22	-	-	-	35,59 a	32,10 a
24	-	-	-	-	31,73
26	-	-	-	-	31,97

<sup>1</sup> T1 = controle; T2 = sem embalagem e com uma hidratação; T3 = sem embalagem e com hidratações com freqüência; T4 = com embalagem PET e sem hidratação e T5 = com embalagem PET e com uma hidratação.

As médias seguidas de uma mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

- Espaços com um traço indicam que o tratamento já foi descartado.

Não houve influência do tempo após o tratamento sobre os valores SPAD, referentes à clorofila, durante o armazenamento de folhas de salsinha por até 26 dias a 5 °C (Tabela 33), com valores médios de 32,25; 32,52; 30,90; 33,72 e 30,82 unidades SPAD nos tratamentos controle, com uma hidratação, com hidratações freqüentes, com embalagem e sem hidratação e com embalagem com uma hidratação, respectivamente.

De acordo com a equação pré-estabelecida no capítulo 1, associando os valores SPAD (X) e os teores de clorofila das folhas pelo método de ARNON (1949) ( $\hat{Y} = - 15,195 + 5,2693 X$ ;  $r^2 = 0,92$ ) nos respectivos tratamentos, os valores médios foram estimados entre 147,20 e 162,48 mg 100 g<sup>-1</sup> de clorofila total nas folhas. A baixa temperatura impediu a degradação de clorofila mantendo as plantas verdes no final do armazenamento.

Tabela 33 – Equações de regressão ajustadas do teor de clorofila em folhas de salsinha armazenadas a 5 °C por até 26 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup>. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tratamento	Clorofila estimada (unidades SPAD)
T1	32,25
T2	32,52
T3	30,90
T4	33,72
T5	30,82

<sup>1</sup> T1 = controle; T2 = sem embalagem e com uma hidratação; T3 = sem embalagem e com hidratações com frequência; T4 = com embalagem PET e sem hidratação e T5 = com embalagem PET e com uma hidratação.

### 3.3.3. Teor relativo de água

Houve decréscimo linear no teor relativo de água das folhas ao longo do tempo em todos os tratamentos (Figura 21), com exceção do tratamento com hidratações freqüentes (T3) que manteve a turgidez dos tecidos durante o armazenamento a 5 °C. A taxa diária de perda no teor relativo de água foi 14,23%; 10,87%; 0,47% e 0,55% nos tratamentos controle, com uma hidratação, com embalagem PET, e com uma hidratação com embalagem PET, respectivamente. Houve benefício do acondicionamento em embalagens PET na manutenção da turgidez das folhas durante o armazenamento a 5 °C com acréscimo na longevidade de 20 e 24 dias nos tratamentos sem e com hidratação, respectivamente, em relação ao controle.

Antes da aplicação dos tratamentos as folhas possuíam 93,56% de teor relativo de água (Tabela 34). Com um dia de armazenamento houve diferença significativa entre os tratamentos com maior redução no teor relativo de água no tratamento controle (T1 = 72,62%) em relação aos tratamentos com hidratação (T2 = 85,94%), hidratações freqüentes (T3 = 89,08%) e sem hidratação com embalagem (T4 = 91,92). No tratamento com embalagem e uma hidratação (T5) houve redução no teor relativo de água em relação ao momento da colheita apenas após 16 dias de armazenamento com 90,54%. Com um dia de armazenamento observa-se a recuperação de 2,68% no teor relativo de água das folhas neste tratamento (T5 = 96,24 – 93,56) em virtude da hidratação com água gelada, sendo considerado como o melhor tratamento onde houve hidratação dos tecidos. Entretanto, como já discutido pela tabela

30, a absorção total de água pelas folhas durante a hidratação neste tratamento logo após a colheita foi de 32,93%. Como houve maior absorção de água pelas folhas após a hidratação (32,93%) em relação ao acréscimo no conteúdo de água das folhas (2,68%), provavelmente a água considerada na absorção seja da superfície dos tecidos ou dos espaços intercelulares ou ainda que o tempo de um dia após a colheita tenha sido excessivo na análise do teor relativo de água das folhas.

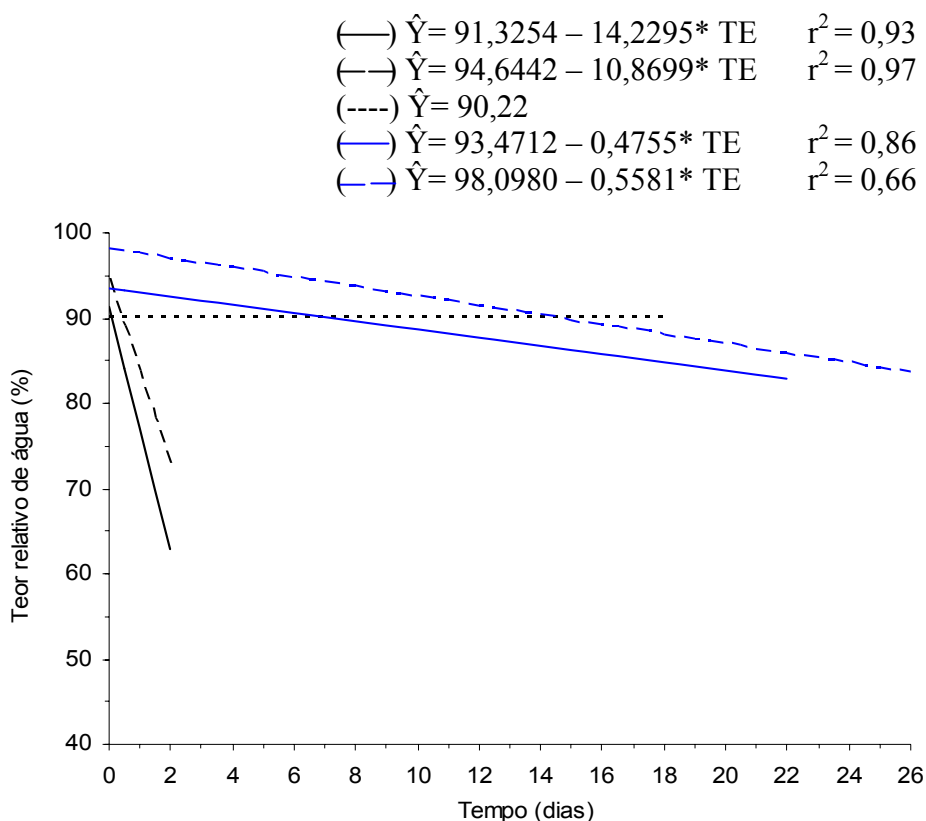


Figura 21 – Estimativa do teor relativo de água em folhas de salsinha em função do tempo (TE) armazenadas a 5°C por até 26 dias nos tratamentos controle (—), com uma hidratação (- -), com hidratações frequentes (----), com embalagem PET sem hidratação (—) e com embalagem PET com uma hidratação (- -). Viçosa – Minas Gerais, 2006.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Aos dois dias de armazenamento (Tabela 34) não houve diferença significativa entre os tratamentos controle (T1) e com uma hidratação (T2) quanto ao teor relativo de água das folhas, sendo estes valores inferiores aos demais tratamentos. De 12 a 22 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao teor relativo de água das folhas.

Tabela 34 – Valores médios do teor relativo de água (%) de folhas de salsinha em função do tempo após a colheita, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> no armazenamento a 5 °C. Viçosa – Minas Gerais, 2006.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	93,56 a	93,56 a	93,56 a	93,56 a	93,56 a
1	72,62 b	85,94 a	89,08 a	91,92 a	96,24 a
2	65,10 c	71,82 c	86,09 b	91,13 ab	94,89 a
4	-	-	86,64 b	90,94 ab	94,53 a
6	-	-	90,03 a	90,24 a	95,28 a
8	-	-	88,09 b	90,83 ab	95,15 a
10	-	-	92,57 ab	90,13 b	95,58 a
12	-	-	93,58 a	90,27 a	94,94 a
14	-	-	92,26 a	89,24 a	94,96 a
16	-	-	90,29 a	85,37 a	90,54 a
18	-	-	73,28 a	83,10 a	89,10 a
20	-	-	-	83,09 a	89,75 a
22	-	-	-	82,05 a	85,45 a
24	-	-	-	-	84,64
26	-	-	-	-	74,72

<sup>1</sup> T1 = controle; T2 = sem embalagem e com uma hidratação; T3 = sem embalagem e com hidratações com frequência; T4 = com embalagem PET e sem hidratação e T5 = com embalagem PET e com uma hidratação.

As médias seguidas de uma mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

- Espaços com um traço indicam que o tratamento já foi descartado.

#### 4. CONCLUSÕES

- A hidratação da salsinha em água aumenta a turgidez e longevidade durante o armazenamento.
- O armazenamento a 5 °C após a hidratação das folhas com água a 25 °C proporciona maior longevidade às folhas do que o armazenamento a 25 °C.
- As folhas com 5% de perda de massa antes da hidratação recuperam mais a turgidez durante a hidratação do que com 10% de perda de massa, principalmente durante a hidratação com água a 25 °C e armazenamento a 5°C.
- Nas folhas hidratadas por 3 horas em água a 5 °C logo após a colheita há maior longevidade, maior taxa de absorção durante a hidratação e menor taxa de perda de massa das folhas após a hidratação.
- A temperatura da água tem grande efeito de ganho de massa durante a hidratação das folhas com água a 5 °C logo após a colheita.
- A hidratação das folhas antes do acondicionamento em embalagens PET sem perfuração proporciona maior qualidade e maior longevidade do produto.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.

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

CARPENTER, W. J.; RASMUSSEN, H. P. Water uptake rates by cut roses (*Rosa hybrida*) in light and dark. **Journal of the American Society for Horticultural Science** v. 98, n. 3, p. 309-313, 1973.

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

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

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

MESSIAS, U. **Resposta pós-colheita à injúria por frio de três cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 2004. 36 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4. ed. Belmont: California. 681p. 1992.

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.

## CONCLUSÕES GERAIS

- O armazenamento a 5 °C mantém a coloração das folhas de salsa.
- O pré-resfriamento após a colheita de salsa por 15 minutos em água gelada é um tratamento eficiente para reduzir a perda de massa e a perda de turgidez das folhas.
- A pulverização das folhas a cada 6 horas com armazenamento a 5°C reduz a perda de massa e mantém o teor relativo de água das folhas.
- O acondicionamento das folhas de salsa em embalagens PET sem perfuração estende a longevidade do produto quando armazenado a 5 °C, principalmente se realizada a hidratação das folhas antes do acondicionamento.
- A hidratação da salsa por imersão em água a 5 °C, logo após a colheita por 3 horas aumenta a turgidez e longevidade durante o armazenamento a 5 °C.

# APÊNDICE

## CAPÍTULO 1

Quadro 1 - Resumo das análises de variância da perda de massa (%) sem e com o pré-resfriamento de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' durante o armazenamento a 5 °C

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO
Tratamentos (T)	1	87,97
Resíduo a	6	43,45
Tempo após o tratamento (TE)	13	587,34*
T * TE	13	7,32*
Resíduo b	78	0,64
$CV_{\text{parcela}} - \%$		51,22
$CV_{\text{subparcela}} - \%$		6,21

\* F significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 2 - Resumo das análises de variância dos teores de clorofila (unidades SPAD) sem e com o pré-resfriamento de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' durante o armazenamento a 5 °C

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO
Tratamentos (T)	1	31,79
Resíduo a	4	16,45
Tempo após o tratamento (TE)	12	3,83*
T * TE	12	1,48*
Resíduo b	48	0,70
$CV_{\text{parcela}} - \%$		9,83
$CV_{\text{subparcela}} - \%$		2,03

\* F significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 3 – Valores médios do teor relativo de água (%) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ durante o armazenamento a 5 °C sem e com pré-resfriamento em função do tempo após o tratamento

Tratamentos	Tempo após o tratamento (dias)						
	0	1	2	3	4	5	6
sem pré-resfriamento	79,81	72,66	62,33	59,34	59,15	54,56	48,67
com pré-resfriamento	85,33	73,23	67,40	61,78	61,27	58,58	56,27

Cada valor é a média de 3 repetições.

Quadro 4 - Resumo das análises de variância do teor relativo de água (%) sem e com o pré-resfriamento de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ durante o armazenamento a 5 °C

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO
Tratamentos (T)	1	213,53*
Resíduo a	6	3,68
Tempo após o tratamento (TE)	6	852,36*
T * TE	6	11,36
Resíduo b	36	10,70
CV <sub>parcela</sub> - %		2,98
CV <sub>subparcela</sub> - %		5,08

\* F significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 5 – Valores médios dos açúcares solúveis totais (AST), amido (AM), açúcares redutores (AR) e açúcares não-redutores (ANR) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ durante o armazenamento a 5 °C sem (T1) e com (T2) pré-resfriamento em função do tempo após o tratamento

		Tempo após o tratamento (horas)												
		0	6	12	18	24	30	36	42	48	72	96	120	168
T1	AST	19,54	18,84	16,37	18,67	14,07	11,65	17,30	18,39	15,58	17,70	17,07	17,33	18,55
	AM	3,01	3,68	3,05	2,75	3,25	1,86	2,59	2,40	2,98	3,22	3,88	2,72	2,99
	AR	0,56	0,57	0,63	0,80	0,50	0,46	0,79	0,57	0,96	2,02	1,77	2,01	2,06
	ANR	18,98	18,27	15,74	17,87	13,57	11,19	16,51	17,82	14,62	15,68	15,30	15,32	16,49
T2	AST	18,61	15,04	16,52	15,78	13,31	13,40	14,76	17,51	14,28	16,41	16,55	16,59	17,64
	AM	2,31	2,65	3,64	3,09	2,23	2,50	2,72	2,46	3,11	2,72	4,15	2,70	3,19
	AR	0,72	0,84	0,86	0,73	0,41	0,53	0,61	0,79	0,90	1,84	1,89	1,93	1,95
	ANR	17,89	14,20	15,66	15,05	12,90	12,87	14,15	16,72	13,38	14,57	14,66	14,66	15,69

Cada valor é a média de 3 repetições.

Quadro 6 – Resumo das análises de variância de açúcares solúveis totais (AST), amido (AM), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ durante o armazenamento a 5 °C sem e com pré-resfriamento

Fonte de variação	GL	QUADRADO MÉDIO			
		AST	AM	AR	ANR
Tratamento	1	24,87	0,05	0,01	25,94
Resíduo a	4	7,53	0,40	0,04	6,98
Tempo após o tratamento (TE)	12	19,42*	1,18*	2,26*	16,73*
T * TE	12	2,87	0,40	0,04	2,85
Resíduo b	48	6,21	0,32	0,17	5,55
CV <sub>parcela</sub> - %		16,69	21,73	18,87	17,18
CV <sub>subparcela</sub> - %		15,15	19,51	38,51	15,33

\* F significativo a 5% de probabilidade.

## CAPÍTULO 2

Quadro 1 - Resumo das análises de variância da perda de massa (%) de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' durante o tempo após o tratamento a 5 °C por 10 dias e a 24 °C por 6 dias, nos respectivos tratamentos

Fonte de variação	Temperatura de armazenamento			
	5 °C		24 °C	
	GL	QM	GL	QM
Tratamentos (T)	4	9773,72*	2	24303,40*
Resíduo a	10	62,51	6	47,07
Tempo após o tratamento (TE)	42	2506,84*	27	944,93*
T*TE	168	50,17*	54	235,45*
Resíduo b	420	0,76	162	0,25
CV <sub>parcela</sub> - %	36,37		35,02	
CV <sub>subparcela</sub> - %	4,02		2,57	

\* F significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 2 - Resumo das análises de variância dos teores de clorofila (unidades SPAD) de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' durante o tempo após o tratamento a 5 °C por 10 dias e a 24 °C por 6 dias, nos respectivos tratamentos

Fonte de variação	Temperatura de armazenamento			
	5 °C		24 °C	
	GL	QM	GL	QM
Tratamentos (T)	4	46,81	2	67,69
Resíduo a	10	28,65	6	17,08
Tempo após o tratamento (TE)	10	64,97*	6	447,72*
T*TE	40	10,09	12	18,09*
Resíduo b	100	10,22	36	9,04
CV <sub>parcela</sub> - %	12,76		12,48	
CV <sub>subparcela</sub> - %	7,62		9,08	

\* F significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 3 - Resumo das análises de variância do teor relativo de água (%) de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' durante o tempo após o tratamento a 5 °C por 10 dias e a 24 °C por 6 dias, nos respectivos tratamentos

Fonte de variação	Temperatura de armazenamento			
	5 °C		24 °C	
	GL	QM	GL	QM
Tratamentos (T)	4	1444,72	2	1400,22*
Resíduo a	10	17,17	6	31,07
Tempo após o tratamento (TE)	5	3975,02*	6	766,87*
T*TE	20	88,80*	12	159,72*
Resíduo b	50	7,89	36	11,79
CV <sub>parcela</sub> - %		7,11		8,09
CV <sub>subparcela</sub> - %		4,82		4,98

\* F significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 4 – Valores médios dos teores de clorofila (unidades SPAD) de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' durante o armazenamento a 5 °C por 10 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> em função do tempo após o tratamento (TE)

TE (dias)	Tratamento <sup>1</sup>				
	1	2	3	4	5
0	41,14	41,14	41,14	41,14	41,14
1	43,19	43,70	42,87	43,70	42,91
2	46,05	45,46	43,92	41,66	41,38
3	42,33	45,32	45,06	46,73	41,23
4	42,66	45,77	44,30	47,89	40,51
5	41,51	42,69	42,47	47,54	40,47
6	43,42	42,15	42,02	47,15	40,88
7	37,34	39,66	41,21	46,37	42,47
8	40,22	39,95	37,05	42,95	40,25
9	36,13	38,23	38,23	38,81	37,95
10	35,81	39,33	38,81	38,93	38,29

<sup>1</sup> T1= controle; T2= pré-resfriamento; T3= imersão em água à temperatura ambiente; T4= uma pulverização com água gelada; T5= pulverização de 6 em 6 horas com água gelada.

### CAPÍTULO 3

Quadro 1 - Resumo das análises de variância do teor de clorofila (unidades SPAD) e teor relativo de água (TRA) de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' durante o tempo após o tratamento (TE) a 5 °C por até 18 dias, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup>

Tratamentos <sup>1</sup>	FV	GL	QM	
			SPAD	TRA
T2	TE	4	6,33	92,77*
	Resíduo	10	1,82	5,68
	CV - %		4,01	2,77
T3	TE	2	12,05	108,66*
	Resíduo	6	4,17	7,15
	CV - %		5,85	3,00
T5	TE	5	5,37	89,10***
	Resíduo	12	7,87	29,09
	CV - %		8,27	5,97
T6	TE	9	9,47	30,92*
	Resíduo	20	3,88	8,43
	CV - %		5,84	3,10

<sup>1</sup>T2= sem pré-resfriamento, com embalagem perfurada; T3= sem pré-resfriamento, com embalagem não-perfurada; T5= com pré-resfriamento, com embalagem perfurada e T6= com pré-resfriamento, com embalagem não-perfurada. \* F significativo a 5% de probabilidade. \*\*\*F significativo a 10% de probabilidade.

Quadro 2 - Resumo das análises de variância do teor de clorofila (unidades SPAD) e teor relativo de água (TRA) de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' durante o tempo após o tratamento (TE) a 25 °C por até 4 dias, nos respectivos tratamentos<sup>1</sup>

Tratamentos <sup>1</sup>	FV	GL	QM	
			SPAD	TRA
T2	TE	3	103,78*	230,87*
	Resíduo	8	17,75	23,04
	CV - %		12,92	5,81
T3	TE	3	75,10*	269,27*
	Resíduo	8	3,87	4,45
	CV - %		5,95	2,57
T5	TE	4	154,94*	76,77*
	Resíduo	10	9,47	17,93
	CV - %		9,89	4,77
T6	TE	4	53,05*	28,73*
	Resíduo	10	9,12	5,80
	CV - %		9,48	2,61

<sup>1</sup>T2= sem pré-resfriamento, com embalagem perfurada; T3= sem pré-resfriamento, com embalagem não-perfurada; T5= com pré-resfriamento, com embalagem perfurada e T6= com pré-resfriamento, com embalagem não-perfurada. \* F significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 3 – Valores médios de perda de massa (%) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ durante o armazenamento a 5 °C por até 18 dias ou a 25 °C por até 4 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> em função do tempo após o tratamento (TE)

TE (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>							
	Armazenamento a 5 °C				Armazenamento a 25 °C			
	T2	T3	T5	T6	T2	T3	T5	T6
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5	2,09	5,33	0,00	0,00	-	-	-	-
1	3,47	7,78	0,00	0,00	7,68	4,05	0,00	0,00
1,5	5,95	10,65	0,00	0,00	-	-	-	-
2	6,74	13,38	0,00	0,00	13,29	8,05	0,00	0,00
3	7,87	17,34	0,00	0,00	18,16	11,60	0,00	0,25
4	9,05	21,94	1,61	0,87	-	-	4,51	4,08
5	11,89	-	4,50	1,12	-	-	-	-
6	14,03	-	7,59	2,30	-	-	-	-
7	16,60	-	10,68	4,25	-	-	-	-
8	19,22	-	12,80	5,24	-	-	-	-
9	-	-	14,93	5,74	-	-	-	-
10	-	-	17,69	6,81	-	-	-	-
11	-	-	-	7,04	-	-	-	-
12	-	-	-	7,25	-	-	-	-
13	-	-	-	8,69	-	-	-	-
14	-	-	-	10,11	-	-	-	-
15	-	-	-	11,30	-	-	-	-
16	-	-	-	12,22	-	-	-	-
17	-	-	-	12,96	-	-	-	-
18	-	-	-	14,16	-	-	-	-

<sup>1</sup>T1= sem pré-resfriamento e sem embalagem; T2= sem pré-resfriamento, com embalagem perfurada; T3= sem pré-resfriamento, com embalagem não-perfurada; T4= com pré-resfriamento e sem embalagem; T5= com pré-resfriamento, com embalagem perfurada e T6= com pré-resfriamento, com embalagem não-perfurada.

Cada valor é a média de 3 repetições.

Quadro 4 – Valores médios dos teores de clorofila (unidades SPAD) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ durante o armazenamento a 5°C por até 18 dias ou a 25 °C por até 4 dias nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> em função do tempo após o tratamento (TE)

TE (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>							
	Armazenamento a 5 °C				Armazenamento a 25 °C			
	T2	T3	T5	T6	T2	T3	T5	T6
0	33,49	35,52	32,51	32,75	36,17	37,75	35,67	35,76
1	-	-	-	-	38,03	38,63	38,33	36,42
2	32,07	32,75	32,44	32,46	32,66	31,07	33,45	31,47
3	-	-	-	-	24,42	27,14	28,56	30,02
4	32,96	36,69	32,43	30,67	-	-	19,94	25,99
6	32,85	-	33,45	33,37	-	-	-	-
8	35,08	-	34,71	31,85	-	-	-	-
10	-	-	35,23	35,65	-	-	-	-
12	-	-	-	35,01	-	-	-	-
14	-	-	-	34,48	-	-	-	-
16	-	-	-	35,79	-	-	-	-
18	-	-	-	32,67	-	-	-	-

<sup>1</sup>T1= sem pré-resfriamento e sem embalagem; T2= sem pré-resfriamento, com embalagem perfurada; T3= sem pré-resfriamento, com embalagem não-perfurada; T4= com pré-resfriamento e sem embalagem; T5= com pré-resfriamento, com embalagem perfurada e T6= com pré-resfriamento, com embalagem não-perfurada.

Cada valor é a média de 3 repetições.

Quadro 5 – Valores médios do teor relativo de água (%) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ durante o armazenamento a 5 ou 25 °C nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> em função do tempo após o tratamento (TE)

TE (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>							
	Armazenamento a 5 °C				Armazenamento a 25 °C			
	T2	T3	T5	T6	T2	T3	T5	T6
0	92,49	90,49	94,01	95,63	90,83	89,92	93,21	95,62
1	-	-	-	-	80,06	81,39	92,58	95,62
2	86,66	87,48	92,67	95,63	78,07	75,71	85,78	91,91
3	-	-	-	-	76,73	75,37	85,34	90,08
4	83,44	83,87	96,21	95,57	-	-	84,27	88,94
6	82,91	-	89,34	95,71	-	-	-	-
8	82,15	-	85,85	95,98	-	-	-	-
10	-	-	82,62	95,22	-	-	-	-
12	-	-	-	93,49	-	-	-	-
14	-	-	-	91,95	-	-	-	-
16	-	-	-	90,49	-	-	-	-
18	-	-	-	86,14	-	-	-	-

<sup>1</sup>T1= sem pré-resfriamento e sem embalagem; T2= sem pré-resfriamento, com embalagem perfurada; T3= sem pré-resfriamento, com embalagem não-perfurada; T4= com pré-resfriamento e sem embalagem; T5= com pré-resfriamento, com embalagem perfurada e T6= com pré-resfriamento, com embalagem não-perfurada.

Cada valor é a média de 3 repetições.

**CAPÍTULO 4**  
**Experimento 1**

Quadro 1 – Resumo das análises de variância do teor de clorofila (unidades SPAD) e teor relativo de água (TRA) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ nos respectivos tratamentos em função do tempo de armazenamento (TE) a 5 °C por até 61 horas após a hidratação com água a 25 °C

Tratamentos	FV	GL	QM	
			SPAD	TRA
1	TE	1	25,83*	787,71*
	Resíduo	4	1,20	6,83
	CV - %		3,38	3,25
2	TE	1	16,97*	1240,01*
	Resíduo	4	0,78	19,29
	CV - %		2,75	5,66
3	TE	1	62,53*	2092,01*
	Resíduo	4	1,94	31,62
	CV - %		4,15	7,68
4	TE	1	43,47*	85,08*
	Resíduo	4	2,42	27,11
	CV - %		4,71	5,97
5	TE	1	63,18*	1087,73*
	Resíduo	4	3,89	26,34
	CV - %		5,87	6,54
6	TE	2	33,51*	480,76*
	Resíduo	6	4,12	10,64
	CV - %		6,01	4,05
7	TE	2	31,01	205,60*
	Resíduo	6	22,34	38,68
	CV - %		14,11	7,42
8	TE	2	35,42*	191,73*
	Resíduo	6	6,18	11,91
	CV - %		7,69	4,12
9	TE	3	36,09*	827,13*
	Resíduo	8	2,40	41,14
	CV - %		4,56	8,47
10	TE	3	59,02*	499,90*
	Resíduo	8	3,14	44,16
	CV - %		5,64	8,38

\* F significativo a 5% de probabilidade

Quadro 2 – Resumo das análises de variância do teor de clorofila (unidades SPAD) e teor relativo de água (TRA) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ nos respectivos tratamentos em função do tempo de armazenamento (TE) a 25 °C após a hidratação com água a 25°C

Tratamentos	FV	GL	QM	
			SPAD	TRA
1	TE	1	1,07	574,78*
	Resíduo	4	12,06	39,88
	CV-%		10,05	7,80
2	TE	1	0,05	508,53*
	Resíduo	4	1,87	4,23
	CV-%		3,99	2,52
3	TE	1	1,34	505,36*
	Resíduo	4	11,59	14,46
	CV-%		10,12	4,66
4	TE	1	1,46	192,66*
	Resíduo	4	0,52	4,37
	CV-%		2,09	2,45
5	TE	1	0,96	601,19*
	Resíduo	4	11,78	21,31
	CV-%		9,95	5,71
6	TE	1	68,41	245,93*
	Resíduo	4	3,07	23,16
	CV-%		4,67	5,69
7	TE	1	8,83	46,60*
	Resíduo	4	3,25	2,23
	CV-%		5,10	1,69
8	TE	1	0,01	621,77*
	Resíduo	4	0,68	1,69
	CV-%		2,42	1,62
9	TE	1	3,71	518,67*
	Resíduo	4	8,10	40,96
	CV-%		8,54	7,85
10	TE	1	15,94	183,78*
	Resíduo	4	4,97	3,67
	CV-%		6,24	2,25

\* F significativo 5% de probabilidade

Quadro 3 – Valores médios da perda de massa (%) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ durante o armazenamento a 5 °C por até 61 horas após a hidratação com água a 25 °C nos respectivos tratamentos (T<sup>1</sup>) em função do tempo de armazenamento

T <sup>1</sup>	Tempo após o armazenamento (h)							
	0	12	24	36	48	60	72	84
T1	0,00	21,37						
T2	0,00	4,90	10,80	17,86	22,73			
T3	0,00	0,00	4,38	14,84	21,30			
T4	0,00	0,00	0,64	9,02	14,66			
T5	0,00	0,65	7,29	16,70	23,14			
T6	0,00	0,00	5,10	10,98	17,90			
T7	0,00	0,00	0,66	7,54	10,87	19,61	25,05	
T8	-	-	0,00	0,20	4,65	15,72	21,79	
T9	-	0,00	11,65	19,54	23,63			
T10	-	-	-	0,00	1,58	10,15	18,94	
T11	-	-	-	0,00	1,79	7,04	15,30	25,27
T12	-	-	-	0,00	0,33	9,13	17,33	26,92

<sup>1</sup>T1 = armazenados a 5°C logo após a colheita; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = armazenados a 5°C após 5% de perda de massa; T6 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T9 = armazenados a 5°C após 10% de perda de massa; T10 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T11 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T12 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

OBS: As regiões marcadas com um traço significam que as folhas ainda estavam sob hidratação.

Quadro 4 – Valores médios da perda de massa (%) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ durante o armazenamento a 25 °C por até 24 horas após a hidratação com água a 25 °C nos respectivos tratamentos (T<sup>1</sup>) em função do tempo de armazenamento (TE)

TE (h)	Tratamentos <sup>1</sup>											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
12	29,58	17,67	8,73	0,00	25,25	14,52	7,89	0,00	25,22	9,97	0,38	0,00
24		28,75	27,42	27,34		28,57	29,50	22,87		26,61	28,71	12,96

<sup>1</sup>T1 = armazenados a 5°C logo após a colheita; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = armazenados a 5°C após 5% de perda de massa; T6 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T9 = armazenados a 5°C após 10% de perda de massa; T10 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T11 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T12 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

OBS: A região marcada com um traço significa que as folhas ainda estavam sob hidratação.

## Experimento 2

Quadro 5 - Resumo das análises de variância do teor de clorofila (unidades SPAD) e teor relativo de água (TRA) de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa' durante o tempo de armazenamento (TE) a 5 °C após a hidratação com água a 5 °C, nos respectivos tratamentos (T)<sup>1</sup>

Tratamentos <sup>1</sup>	FV	GL	QM	
			SPAD	TRA
T1	TE	2	53,42*	689,13*
	Resíduo	6	7,17	14,63
	CV - %		7,57	4,87
T2	TE	2	16,53	609,12*
	Resíduo	6	5,12	14,81
	CV - %		6,81	4,47
T3	TE	2	22,44*	286,33*
	Resíduo	6	4,13	13,53
	CV - %		6,30	4,29
T4	TE	2	1,38	587,18*
	Resíduo	6	7,05	26,98
	CV - %		8,72	6,24
T5	TE	2	32,64*	369,05*
	Resíduo	6	2,03	40,70
	CV - %		4,24	7,67
T6	TE	2	3,62	429,99*
	Resíduo	6	13,82	85,67
	CV - %		11,83	11,20
T7	TE	2	45,69*	344,49*
	Resíduo	6	2,09	12,66
	CV - %		4,13	4,17
T8	TE	2	0,85	170,08*
	Resíduo	6	6,32	8,19
	CV - %		8,12	3,27
T9	TE	2	0,28	71,46*
	Resíduo	6	2,78	11,54
	CV - %		5,40	3,75
T10	TE	2	6,40	165,11*
	Resíduo	6	1,64	4,10
	CV - %		3,98	2,27

<sup>1</sup> T1 = armazenados a 5°C logo após a colheita; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = armazenados a 5°C após 5% de perda de massa; T6 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T9 = armazenados a 5°C após 10% de perda de massa; T10 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T11 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T12 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

\* F significativo a 5% de probabilidade

Quadro 6 – Valores médios da perda de massa (%) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ durante o armazenamento a 5 °C após a hidratação com água a 5°C nos respectivos tratamentos<sup>1</sup> em função do tempo de armazenamento

T <sup>1</sup>	Tempo após o armazenamento (h)							
	0	12	24	36	48	60	72	84
T1	0,00	10,96	14,63	18,35	19,73			
T2	-	0,00	0,00	0,00	4,68	12,25	17,32	21,98
T3	-	0,00	0,00	0,00	4,07	12,62	18,61	24,13
T4	-	0,00	0,00	0,00	0,00	5,80	15,57	21,18
T5	0,00	1,84	5,07	11,04	16,52	22,61		
T6	-	0,00	2,09	5,03	13,12	24,04		
T7	-	0,00	0,12	10,60	15,21	22,82		
T8	-	-	0,00	2,32	9,53	16,46	23,00	
T9	0,00	7,69	12,82	15,26	18,40	23,52		
T10	-	-	0,00	0,00	3,26	13,41	21,96	
T11	-	-	0,00	0,00	3,72	12,22	21,79	
T12	-	-	0,00	0,92	7,22	15,77	24,88	

<sup>1</sup>T1 = armazenados a 5°C logo após a colheita; T2 = hidratação por 3 h sem perda de massa (PM); T3 = hidratação por 6 h sem PM; T4 = hidratação por 9 h sem PM; T5 = armazenados a 5°C após 5% de perda de massa; T6 = hidratação por 3 h após 5% de PM; T7 = hidratação por 6 h após 5% de PM; T8 = hidratação por 9 h após 5% de PM; T9 = armazenados a 5°C após 10% de perda de massa; T10 = hidratação por 3 h após 10% de PM; T11 = hidratação por 6 h após 10% de PM; T12 = hidratação por 9 h após 10% de PM.

OBS: As regiões marcadas com um traço significam que as folhas ainda estavam sob hidratação ou perdendo peso antes da hidratação.

### Experimento 3

Quadro 7 – Resumo das análises de variância do teor de clorofila (unidades SPAD) e teor relativo de água (TRA) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ nos respectivos tratamentos (T<sup>1</sup>) em função do tempo de armazenamento (TE) a 5 °C após a hidratação com água a 5 °C

Tratamentos	FV	GL	QM	
			SPAD	TRA
1	TE	2	0,40	869,97*
	Resíduo	9	0,68	8,20
		CV - %	2,57	3,71
2	TE	2	1,42	486,66*
	Resíduo	9	4,81	34,06
		CV - %	6,75	6,97
3	TE	9	2,81	30,15
	Resíduo	30	2,75	14,66
		CV - %	5,37	4,24
4	TE	12	6,20	58,21*
	Resíduo	39	4,56	5,49
		CV - %	6,33	2,64
5	TE	14	3,61	139,97*
	Resíduo	45	2,42	21,91
		CV - %	5,05	5,13

<sup>1</sup> T1 = controle; T2 = sem embalagem e com uma hidratação; T3 = sem embalagem e com hidratações com frequência; T4 = com embalagem e sem hidratação e T5 = com embalagem e com uma hidratação.

\* F significativo a 5% de probabilidade

Quadro 8 – Resumo das análises de variância do teor de clorofila (unidades SPAD) e teor relativo de água (TRA) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ nos respectivos tempos de armazenamento (TE) em função dos tratamentos a 5 °C após a hidratação com água a 5 °C

TE (dias)	FV	GL	QM	
			SPAD	TRA
1	T	4	4,65	321,60*
	Resíduo	15	2,33	24,36
	CV - %		4,80	5,66
2	T	4	7,10	655,05*
	Resíduo	15	3,44	12,11
	CV - %		5,81	4,25
4	T	2	15,74*	62,33*
	Resíduo	9	2,91	5,34
	CV - %		5,35	2,55
6	T	2	17,03	35,44
	Resíduo	9	4,05	18,60
	CV - %		6,44	4,70
8	T	2	31,04*	50,70*
	Resíduo	9	2,10	10,51
	CV - %		4,58	3,55
10	T	2	39,54*	29,87*
	Resíduo	9	2,52	2,52
	CV - %		4,99	1,71
12	T	2	10,06*	23,03
	Resíduo	9	1,55	8,00
	CV - %		3,95	3,04
14	T	2	18,52*	32,71
	Resíduo	9	3,54	10,22
	CV - %		5,84	3,47
16	T	2	12,07*	33,99
	Resíduo	9	1,59	16,42
	CV - %		4,01	4,57
18	T	2	7,20	59,42
	Resíduo	9	7,64	20,02
	CV - %		8,89	5,11
20	T	1	11,52	88,57*
	Resíduo	6	5,21	5,49
	CV - %		6,85	2,71
22	T	1	24,31	23,11
	Resíduo	6	5,95	16,05
	CV - %		7,21	4,78

\* F significativo a 5% de probabilidade

Quadro 9 – Resumo das análises de variância da perda de massa (%) de salsinha lisa ‘Graúda Portuguesa’ nos respectivos tempos de armazenamento (TE) a 5 °C em função dos tratamentos (T<sup>1</sup>) após a hidratação

TE (dias)	FV	GL	QM
0,5	T	4	128,67*
	Resíduo	15	0,88
	CV - %		35,13
1	T	4	224,16*
	Resíduo	15	2,28
	CV - %		42,38
1,5	T	4	345,19*
	Resíduo	15	24,32
	CV - %		70,28
2	T	4	525,44*
	Resíduo	15	3,61
	CV - %		24,60
2,5	T	3	339,86*
	Resíduo	12	4,18
	CV - %		29,48
3	T	2	6,52*
	Resíduo	9	0,012
	CV - %		15,19
3,5	T	2	6,02*
	Resíduo	9	0,60
	CV - %		57,75
4	T	2	153,53*
	Resíduo	9	0,52
	CV - %		15,03
4,5	T	2	11,57*
	Resíduo	9	0,09
	CV - %		31,74
5	T	2	55,61*
	Resíduo	9	0,66
	CV - %		22,96
5,5	T	2	14,72*
	Resíduo	9	0,13
	CV - %		32,52
6	T	2	49,84*
	Resíduo	9	1,25
	CV - %		31,15
6,5	T	2	20,31*
	Resíduo	9	0,12
	CV - %		26,24
7	T	2	183,84*
	Resíduo	9	0,27
	CV - %		8,86

TE (dias)	FV	GL	QM
7,5	T	2	38,47*
	Resíduo	9	3,28
	CV - %		85,53
8	T	2	104,56*
	Resíduo	9	3,85
	CV - %		36,25
8,5	T	2	45,20*
	Resíduo	9	3,90
	CV - %		80,90
9	T	2	86,70*
	Resíduo	9	4,08
	CV - %		39,08
9,5	T	2	78,27*
	Resíduo	9	5,24
	CV - %		45,51
10	T	2	181,37*
	Resíduo	9	3,58
	CV - %		27,09
10,5	T	2	81,04*
	Resíduo	9	5,86
	CV - %		46,88
11	T	2	149,50*
	Resíduo	9	5,79
	CV - %		35,17
11,5	T	2	90,18
	Resíduo	9	24,65
	CV - %		111,62
12	T	2	192,68*
	Resíduo	9	5,94
	CV - %		31,43
12,5	T	2	132,67*
	Resíduo	9	5,46
	CV - %		63,49
13	T	2	165,19*
	Resíduo	9	8,17
	CV - %		38,57
13,5	T	2	146,62*
	Resíduo	9	6,85
	CV - %		63,31
14	T	2	149,59*
	Resíduo	9	9,38
	CV - %		44,90
14,5	T	2	178,46*
	Resíduo	9	8,97
	CV - %		61,76
15	T	2	222,31*
	Resíduo	9	5,98
	CV - %		28,40

TE (dias)	FV	GL	QM
15,5	T	2	195,40*
	Resíduo	9	7,54
	CV - %		52,83
16	T	2	204,30*
	Resíduo	9	9,60
	CV - %		38,59
16,5	T	2	258,89*
	Resíduo	9	5,74
	CV - %		51,60
17	T	2	208,37*
	Resíduo	9	14,18
	CV - %		49,66
17,5	T	2	288,51*
	Resíduo	9	6,52
	CV - %		52,07
18	T	2	269,41*
	Resíduo	9	8,08
	CV - %		30,08
18,5	T	1	478,09*
	Resíduo	6	9,71
	CV - %		39,03
19	T	1	511,94*
	Resíduo	6	9,88
	CV - %		36,99
19,5	T	1	534,55*
	Resíduo	6	10,44
	CV - %		36,89
20	T	1	561,82*
	Resíduo	6	12,67
	CV - %		39,32
20,5	T	1	534,14*
	Resíduo	6	18,57
	CV - %		43,44
21	T	1	548,69*
	Resíduo	6	18,92
	CV - %		43,29
21,5	T	1	586,41*
	Resíduo	6	22,99
	CV - %		45,71

<sup>1</sup> T1 = controle; T2 = sem embalagem e com uma hidratação; T3 = sem embalagem e com hidratações com frequência; T4 = com embalagem e sem hidratação e T5 = com embalagem e com uma hidratação.

\* F significativo a 5% de probabilidade