

HILTON LOPES GALVÃO

**EFEITO DO PRÉ-RESFRIAMENTO E DO FILME DE PVC SOBRE
A QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE BRÓCOLIS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

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

T

Galvão, Hilton Lopes, 1978-
G182e Efeito do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a
2005 qualidade pós-colheita de brócolis / Hilton Lopes Galvão.
– Viçosa : UFV, 2005.
v, 38f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Fernando Luiz Finger.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 32-36.

1. Brocolo - Fisiologia pós-colheita. 2. Brocolo -
Embalagens. 3. Acondicionamento e conservação de
alimentos. 4. Alimentos - Conservação. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 635.356

HILTON LOPES GALVÃO

**EFEITO DO PRÉ-RESFRIAMENTO E DO FILME DE PVC SOBRE A
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE BRÓCOLIS**

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

APROVADA: 03 DE AGOSTO DE 2005.

Prof. Mário Puiatti
(Conselheiro)

Prof. Paulo Roberto Cecon
(Conselheiro)

Prof. José Geraldo Barbosa

Prof. Paulo José de Moraes

Prof. Fernando Luiz Finger
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelas oportunidades que tem colocado constantemente em meu caminho.

A toda minha Família, pelo amor, amizade, esperança e pelo apoio em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, pela formação social e acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo indispensável auxílio financeiro.

Ao Professor Fernando Luiz Finger, pela orientação, pela amizade e pela confiança em meu trabalho.

Aos Professores Mário Puiatti e Paulo Roberto Cecon pela atenção dedicada a mim, pela amizade e pelos ensinamentos.

Aos funcionários e professores do Departamento de Fitotecnia da UFV, pela ajuda proporcionada e pelo excelente relacionamento.

Aos amigos Paulo, Daniel, Pahlevi, Rosilene, Márcia, Sabrina, Claudia, Fernandinha, Adriana, Roberto, Maurício, Rafael, Aline e outros que conquistei durante a realização deste curso.

Aos colegas do Coluni e da Graduação que, com certeza, colaboraram, de forma direta ou indireta, na conclusão deste objetivo.

Aos meus amigos Wilton, Cassiano, Naldinho, Edvaldo, Dudu, Possari, Cláudio, Carlos e Zete, pela amizade e pelos momentos de descontração.

A todos os verdadeiros amigos que tornaram mais fácil superar os obstáculos e solidificar esta obra, agradeço de coração.

BIOGRAFIA

HILTON LOPES GALVÃO, filho de Francisco Ferreira Galvão e Ana Maria Fialho Galvão, nasceu em São Paulo – SP, em 08 de agosto de 1978.

Cursou 1º grau na Escola Estadual Alice Loureiro e 2º grau no Coluni – UFV, em Viçosa, Minas Gerais, concluindo o ensino médio em dezembro de 1995.

Em março de 1996 ingressou na Universidade Federal de Viçosa cursando Ciência da Computação.

Em março de 1998 iniciou o curso de Engenharia de Alimentos, nesta mesma instituição, graduando-se em setembro de 2002.

Atuou como Auditor de Processos na Sucocítrico Cutrale LTDA, em Itápolis – SP de outubro de 2002 a maio de 2003.

Em agosto de 2003 iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa.

CONTEÚDO

TABELAS E FIGURAS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
2.1. Material Vegetal	5
2.2. Determinações físico-químicas	6
2.2.1. Perda de massa fresca	7
2.2.2. Teor de massa seca	7
2.2.3. Análise de alterações de cor e firmeza	7
2.2.4. Análise de clorofila.....	8
2.2.5. Açúcares solúveis totais	9
2.2.6. Amido	9
2.3. Análise estatística	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
3.1. Perda de massa fresca.....	11
3.2. Teor de massa seca.....	13
3.3. Cor e firmeza.....	15
3.4. Teor de clorofila.....	17
3.5. Teor de açúcares solúveis totais.....	20
3.6. Teor de amido	24
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
5. CONCLUSÕES.....	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
APÊNDICE.....	37

TABELAS E FIGURAS

	Página
Figura 01 – Inflorescência de brócolis.....	5
Figura 02 – Tratamentos aplicados após colheita de inflorescências de brócolis.....	6
Figura 03 – Escalas de notas da evolução da cor e firmeza em inflorescências de brócolis	8
Figura 04 – Variação da cor e murchamento de inflorescências de brócolis.....	16
Figura 05 – Estimativa do teor de clorofila total em nflorescências de brócolis.....	19
Figura 06 – Estimativa dos teores de açúcares solúveis totais em hastes de inflorescências de brócolis.....	23
Figura 07 – Estimativa dos teores de açúcares solúveis totais em flores de inflorescências de brócolis.....	24
Figura 08 – Estimativa dos teores de amido em hastes de inflorescências de brócolis.....	28
Figura 09 – Estimativa dos teores de amido em flores de inflorescências de brócolis.....	29
Tabela 01 – Valores médios de perda de massa fresca acumulada (%).....	11
Tabela 02 – Equações de regressão ajustadas da perda de massa fresca em função de horas pós-colheita.....	12
Tabela 03 – Equações de regressão ajustadas do teor de massa seca em função da perda de massa fresca.....	14
Tabela 04 – Valores médios dos teores de clorofila de inflorescências de brócolis.....	17
Tabela 05 – Valores médios dos teores de açúcares solúveis totais em hastes de inflorescências de brócolis.....	20
Tabela 06 – Valores médios dos teores de açúcares solúveis em flores de inflorescências de brócolis.....	21
Tabela 07 – Valores médios dos teores de amido em hastes de inflorescências de brócolis	25
Tabela 08 – Valores médios dos teores de amido em flores de inflorescências de brócolis.....	26

RESUMO

GALVÃO, Hilton Lopes, M.S., Universidade Federal de Viçosa, Agosto de 2005.
Efeito do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a qualidade pós-colheita de brócolis. Orientador: Fernando Luiz Finger. Conselheiros: Mario Puiatti e Paulo Roberto Cecon.

Brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) é uma hortaliça altamente perecível em que a caracterização da sua senescência é acompanhada por mudanças fisiológicas e composicional iniciadas logo após a colheita. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da aplicação do pré-resfriamento com gelo picado e do uso do filme PVC imediatamente após a colheita sobre composição físico-química de brócolis armazenados sob refrigeração. Foram utilizadas inflorescências de brócolis (híbrido 'Titleist'), obtidos de plantas cultivadas na Horta da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A colheita das inflorescências foi realizada entre 7 e 8 horas da manhã e, imediatamente, submetidas aos seguintes tratamentos: 1- Gelo picado aplicado sobre 2/3 do produto (cobertura da base da inflorescência) por 1:30 horas em condições de temperatura ambiente (20-25°C); 2- Cobertura da inflorescência com filme de PVC; 3- Controle (sem gelo e sem filme de PVC). Após esse período, as inflorescências foram pesadas e armazenadas em câmara fria com temperatura ajustada para 5°C e 85% UR. Procedeu-se, durante o armazenamento das inflorescências, análises de teores de clorofila nos botões florais, e de açúcares solúveis totais e de amido nas hastes e flores, além da perda de massa fresca e avaliações visuais da firmeza e da cor. Para determinação de perda de massa, clorofila, açúcares solúveis totais e amido utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos (controle, pré-resfriamento e filme de PVC) e nas subparcelas os horários de avaliação (0h; 12h; 24h; 168h e 336h), no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de uma inflorescência. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. O filme de PVC manteve a firmeza e a cor do produto por até 21 dias de armazenamento; para o controle e para o produto pré-resfriado, a murcha das inflorescências ocorreu entre o segundo e terceiro dia de armazenamento, com média de perda de massa fresca de 11%, sendo o amarelecimento percebido a partir do sétimo dia. O pré-resfriamento por 1:30 horas após a colheita foi efetivo em reduzir a perda de massa durante as primeiras 24 horas de armazenamento e o filme de PVC durante os 21 dias. O teor de clorofila

não sofreu mudanças significativas com a aplicação do filme de PVC até o final do período experimental; para os outros dois tratamentos, diferença significativa dos teores de clorofila foi notada a partir do sétimo dia e apresentaram cerca de 60% do conteúdo inicial de clorofila ao final dos 14 dias de armazenamento. Os teores de amido e de açúcares solúveis totais apresentaram comportamento semelhante, com quedas intensas dos teores nas primeiras 24 horas, todavia sem apresentar diferença significativa entre os tratamentos ao final do armazenamento. Conclui-se que o filme PVC é o melhor tratamento para manter a qualidade, em termos de turgescência e cor, de brócolis armazenados a 5°C e 85% UR.

ABSTRACT

GALVÃO, Hilton Lopes, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August of 2005.
Effect of the pre-cooling and of the PVC film on the postharvest quality of broccoli. Adviser: Fernando Luiz Finger. Committee members: Mario Puiatti and Paulo Roberto Cecon.

Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) is a highly perishable vegetable and its senescence is accompanied by physiological and compositional changes initiated right after the harvest. The objective of this study was to verify the effects of the pre-cooling by chopped ice and the use of PVC film immediately after the harvest in the physiochemical composition of broccoli stored under cold storage. Broccoli inflorescences (hybrid 'Titleist') were utilized, obtained from plants cultivated in the Viçosa Federal University's (UFV) garden. The harvesting of the inflorescences took place between 7 and 8 o'clock in the morning and they were immediately submitted to the following treatments: 1 – Chopped ice applied over 2/3 of the product (inflorescence base covering) for 1,5 hours in conditions of room temperature (20-25°C); 2 – Inflorescence covering with PVC film; 3 – Control (without ice and without PVC film). After that period, the inflorescences were weighed and stored in a cold chamber with the adjusted temperature of 5 °C and 85 % RH. In was conducted, during the storage of the inflorescence, analyses of the chlorophyll content in floral buds, and of the total soluble sugars and starch in the stems and flowers, besides the loss of fresh mass and visual analyses of firmness and color. To determine the loss of mass, chlorophyll, total soluble sugars and starch it was utilized the subdivided parcels scheme, having treatments in the parcels (control, pre-cooling and PVC film) and the analysis schedule in the sub-parcels (0 h; 12 h; 24 h; 168 h and 336 h), in a complete random design, with four replicates. The experimental unit was constituted by one inflorescence. The data were submitted to variance and regression analyses. The PVC film kept the firmness and color of the product for up to 21 storing days; for the control and for pre-cooled product, the inflorescence wilting occurred between the second and the third storing day, with a fresh mass average loss of 11%, being the yellowing perceived after the seventh day. The pre-cooling for 1,5 hours after the harvest was effective in reducing the mass loss during the first 24 storing hours and PVC film during the 21 days. The chlorophyll content did not suffer expressive changes with the PVC film application until the end of the experimental period; for the other two treatments, a significant difference of the chlorophyll content was noticed

after the seventh day and it displayed about 60 % of the initial chlorophyll content at the end of the 14 storing days. The total soluble sugars and starch contents exhibited a similar behavior, with intense losses of their contents in the 24 hours, nevertheless without showing a significant difference between the treatments at the end of the storing. The conclusion is that the PVC film is the treatment that kept the quality, in terms of turgescence and color, of the broccoli stored at 5°C and 85 % RH.

1. INTRODUÇÃO

As perdas de produtos de origem vegetal ocorrem durante a colheita, preparação para o mercado, armazenamento, transporte, vendas no atacado e varejo e ao nível de consumidor (PAULL et al., 1997). Especificamente no caso das hortaliças, estudos realizados constatam que, no Brasil, os níveis médios de perdas pós-colheita são de 35%, chegando a atingir perdas até de 40%, enquanto em outros países como nos Estados Unidos não passam de 10% (VILELA et al., 2003).

Órgãos de plantas ou hortaliças colhidos que ainda estão em processo de crescimento são expostos a variadas situações de estresse, incluindo interrupção do suprimento de energia, nutrientes, água, e reguladores de crescimento e, conseqüentemente, provocam rápida senescência (KING et al., 1994). Segundo KADER (1986), a deterioração pós-colheita de produtos frescos, além da alta taxa respiratória, incluindo mudanças bioquímicas associadas com o metabolismo respiratório, pode ser causada também por outros fatores, dentre os quais a biossíntese e ação do etileno, mudanças na composição orgânica dos tecidos, alterações anatômicas associadas ao crescimento e desenvolvimento pré-colheita, injúrias físicas, perda de água, desordens fisiológicas e patológicas.

A cabeça de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) é formada de inflorescências imaturas compostas de tecidos vegetativo e floral, sendo que os estresses impostos a estes órgãos pela colheita são severos devido à injúria mecânica na extensão da área cortada e a interrupção de suprimento de água (HUBER, 1987). Como conseqüência, brócolis fresco deteriora rapidamente uma vez colhido e não submetidos a tratamento pós-colheita adequado (CORCUFF et al, 1996; DOWNS et al., 1997; YAMAUCHI e WATADA, 1998).

Os fatores que limitam a armazenagem pós-colheita de brócolis incluem, principalmente, a perda de massa fresca que está fortemente associada à perda de firmeza (murchamento) e à perda da cor verde, com o conseqüente amarelecimento dos floretes, devido a degradação de clorofila (GILLIES e TOIVONEN, 1995; CORCUFF et al, 1996; WATANABLE et al., 2000).

Todos os produtos vegetais frescos são expostos, inicialmente, a um período em 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. Em aspargos, as maiores alterações fisiológicas, bioquímicas e moleculares ocorrem dentro das 3 horas após colheita (LILL et al., 1990). Portanto, rápido resfriamento após a colheita é importante para a redução da atividade metabólica que pode resultar na rápida deterioração (GILLIES e TOIVONEN, 1995).

Devido à rápida deterioração, produtos perecíveis como as hortaliças herbáceas (folhosas, inflorescências e hastes), apresentam possibilidade de conservação de poucos dias após o destaque da planta exigindo, por essa razão, consumo imediato ou técnicas de conservação pós-colheita. No Brasil, vários vegetais colhidos frescos, como o brócolis, couve-flor e repolho, não são submetidos ao pré-resfriamento ou refrigeração até chegarem ao consumidor, os quais, usualmente, levam de um a três dias até serem consumidos. Durante este período, significativas alterações de composição podem ocorrer, afetando a qualidade e valor nutricional do produto (FINGER et al., 1999).

Os açúcares são componentes importantes no desenvolvimento da planta devido seu papel essencial como substrato para o metabolismo energético e biossíntese de polímeros e de esqueletos carbônicos (NISHIKAWA et al., 2005a). Segundo estes autores, as flores dos brócolis são consideradas como órgão dreno e o nível de açúcares nos floretes depende da atividade fotossintética das folhas; de fato, a separação das folhas das inflorescências dos brócolis induziu a rápida perda de açúcares nos floretes (NISHIKAWA et al., 2005b).

Considerando que os carboidratos são substratos para a respiração, espera-se que altos conteúdos iniciais de açúcares possam estar relacionados com períodos mais prolongados de armazenamento de produtos hortícolas (LIPTON, 1987; HAN, 1995). Em brócolis, a glicose e a frutose são os principais açúcares solúveis presentes, todavia, há rápido consumo dos mesmos nas primeiras 24 horas pós-colheita. O amido, inicialmente presente em quantidades significativas apenas na parte floral, é reduzido pela metade após 24 horas a 20°C, apresentando apenas traços, em todas as secções, após 96 horas; a sacarose também está presente, porém em concentração muito menor, sofrendo forte depleção em todas as secções dos ramos, em 24 horas (KING e MORRIS, 1994).

Alguns estudos de conservação pós-colheita de brócolis têm sido feitos com a utilização da refrigeração (MAKHLOUF et al., 1989). A refrigeração é a primeira

medida para manter a qualidade dos brócolis e reduzir a taxa de senescência (FORNEY, 1995). O brócolis pode ser armazenado por várias semanas sob condições de baixa temperatura e alta umidade, mas pode deteriorar rapidamente em temperaturas superiores a 2°C e umidade relativa menor que 95% (SHEWFELT et al., 1983). TAKEDA et al. (1993) observaram que níveis de clorofila diminuíram durante armazenagem entre 20 e 23°C, enquanto permaneceram constantes a 2°C. Todavia, baixa temperatura e alta umidade relativa são difíceis de serem mantidas ao longo da cadeia de mercado em regiões tropicais, o que leva a perdas devido ao murchamento e amarelecimento das inflorescências.

De acordo com BARTH e ZHUANG (1994) e ZHUANG et al. (1997), a senescência pós-colheita de brócolis, expressada pela perda de clorofila, está correlacionada com a peroxidação de lipídeos, levando à desintegração da membrana celular e a conseqüente degradação enzimática de pigmentos em plantas superiores. Baixas temperaturas são conhecidas por aumentarem o conteúdo de compostos fenólicos e reduzirem o metabolismo de muitos tecidos e órgãos de plantas (RHODES et al., 1981, citado por TOIVONEN 1997), e estes compostos fenólicos são conhecidos por diminuírem a atividade de lipoxigenases e peroxidases que são tidas como responsáveis pelo amarelecimento (OSZMIANSKI e LEE, 1990, citados por TOIVONEN, 1997).

Segundo BRECHT e BRECHT (2002), mudanças metabólicas em frutos, hortaliças e flores aumentam sob temperaturas elevadas, pois foi verificado que uvas de mesa, produto com alta perecibilidade, deterioram mais em 1 hora a 32°C do que 1 dia a 4°C ou uma semana sob condições de trânsito a 0°C. GILLIES e TOIVONEN (1995), relatam que perda de firmeza e a conseqüente flacidez dos tecidos foram os maiores atributos de qualidade responsáveis pelo produto não comercializável. Segundo KLIEBER et al. (1993), o murchamento pós-colheita pode ser retardado pelo pré-resfriamento com a cobertura de gelo.

A utilização do frio deve ser ininterrupta até o consumo, isto é, o produto deve ser pré-resfriado, transportado, armazenado e comercializado sob refrigeração para evitar danos causados por condensação de água e outros efeitos nocivos, como desenvolvimento e crescimento de patógenos, que ocorrem quando se impõem aumentos abruptos de temperatura. As formas mais comuns de pré-resfriamento, em ordem de rapidez, são o uso do gelo picado, da água fria e da ventilação. Produtos

que toleram água livre, como o brócolis e a couve flor, podem ser pré-resfriados com gelo picado (LUENGO, 2001).

O emprego de embalagens plásticas reduz o manuseio excessivo dos produtos entre produtor e consumidor, quando aplicadas logo após a colheita. Segundo FINGER e VIEIRA (1997), a maior vantagem do uso de filmes plásticos na comercialização de produtos hortícolas é a de manter a qualidade dos produtos pela redução da perda de água. Os filmes plásticos mais usados na pós-colheita são os de cloreto de polivinil (PVC), polietileno de baixa densidade (PEBD) e polietileno de alta densidade (PEAD). Estes filmes podem ser perfurados ou não-perfurados.

Ao embalar brócolis com filmes plásticos observa-se retardamento da deterioração e aumento da retenção de nutrientes e cor (RIJ e ROSS, 1987; BARTH et al.,1993). O O_2 ambiente que circula entre os floretes embalados pode tornar-se baixo devido a alta taxa de respiração (RUSHING, 1990; BASTRASH et al., 1993), além de haver aumento da concentração de CO_2 . A redução e a elevação dos níveis de O_2 e CO_2 , respectivamente, são benéficas, pois melhora a retenção de cor e clorofila durante armazenamento de brócolis, onde foi observada correlação negativa entre produção de etileno e cor verde (IZUMI et al, 1996; JACOBSSON et al.,2004). Plásticos como o PVC, apresentam permeabilidade a CO_2 maior que ao O_2 , e segundo ZAGORY e KADER (1988), é importante que a permeabilidade a CO_2 seja entre 3 a 5 vezes maior do que a O_2 , de modo que a redução de O_2 não seja acompanhada pelo acúmulo excessivo de CO_2 dentro da embalagem.

O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos das aplicações do pré-resfriamento com gelo picado e do filme de PVC sobre a qualidade e conservação pós-colheita de brócolis armazenado sob refrigeração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material Vegetal

Na condução do experimento foram utilizadas inflorescências de brócolis (*Brassica oleracea* L. var *italica*), híbrido 'Titleist', de plantas cultivadas na Horta da Universidade Federal de Viçosa, latitude de 20°45' sul e altitude de 651 m, com todos os manejos culturais recomendados até o ponto de colheita comercial. As inflorescências apresentavam-se bem desenvolvidas, porém, com flores completamente fechadas (Figura 1). Para análises físico-químicas, as inflorescências foram divididas em regiões do ápice floral (flores) e da haste (Figura 1).

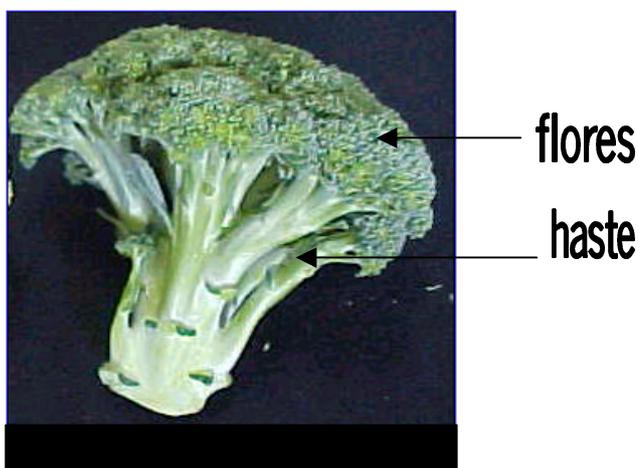


Figura 1- Inflorescência de brócolis (*Brassica oleracea* L.var *italica*), híbrido 'Titleist', no ponto de colheita comercial. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

A colheita das inflorescências foi realizada no período da manhã, entre 7 e 8 horas, durante os meses de junho a agosto de 2004. Imediatamente após a colheita, ainda no campo, foram aplicados os tratamentos, os quais consistiram no pré-resfriamento com gelo picado, embalagem com filme de PVC e controle. Na Figura 2 são ilustrados os tratamentos: controle (Figura 2A); o pré-resfriamento aplicando-se gelo picado sobre 2/3 do produto, cobrindo-se a base da inflorescência por 1:30 horas em condições de temperatura ambiente (Figura 2B); e cobertura completa das inflorescências com filme de PVC (Figura 2C). As inflorescências foram transportadas para o laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da UFV onde se procedeu a retirada de amostras para a determinação das análises físico-químicas

iniciais, após decorrido o tempo de 1:30 horas, a partir da colheita e aplicação dos tratamentos, em condições de temperatura ambiente. Outras inflorescências, após pesadas, foram armazenadas em câmara fria à temperatura de 5° C e 85 % UR, para avaliações ao longo do tempo, sendo que as inflorescências sob efeito do pré-resfriamento foram retiradas do gelo picado enquanto que as embalagens foram mantidas ao longo do armazenamento.

As inflorescências foram armazenadas por até 21 dias em câmara fria (5°C; 85% UR) procedendo-se análises físico-químicas nos intervalos de 0, 12 e 24 h, e aos 7, 14 e 21 dias de armazenamento. Para cada intervalo de tempo avaliado, utilizou-se 4 repetições por tratamento, em que cada repetição consistiu de uma inflorescência.



Figura 2 - Tratamentos aplicados, ainda no campo, imediatamente após a colheita das inflorescências de brócolis (*Brassica oleracea* L.var *italica*), híbrido 'Titleist'. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

2.2. Determinações físico-químicas

As determinações físico-químicas nas inflorescências submetidas aos três tratamentos foram, realizadas nos períodos de 0, 12 e 24 h e aos 7, 14 e 21 dias de armazenamento em câmara fria (5°C e 85 % UR); quanto à perda de massa fresca avaliou-se, também, ao terceiro dia de armazenamento.

2.2.1. Perda de massa fresca

A perda de massa fresca foi estimada em relação à massa fresca inicial das inflorescências e os resultados expressos em porcentagem de perda de massa fresca, conforme a expressão:

$$PMF = 100 - [(MFF * 100) / MFI]$$

em que:

PMF = perda de massa fresca (%)

MFI = massa fresca inicial

MFF = massa fresca final

2.2.2. Teor de massa seca

Três amostras de cerca de 10 g de massa fresca das inflorescências (flores e hastes), para cada tratamento e período de armazenamento avaliado, foram colocadas em estufa a 65°C por 72 horas, até alcançarem peso constante. Os valores registrados foram utilizados para cálculo do teor de massa seca pela equação:

$$TMS = (MF/MI) * 100$$

em que:

TMS = Teor de massa seca (%)

MF = Massa final

MI = Massa inicial

2.2.3. Análise de alterações de cor e firmeza

A alteração de cor caracterizou-se pelo amarelecimento de floretes e as modificações de firmeza pelo murchamento das inflorescências. Utilizou-se de uma escala de notas, variando de 1 a 3, para avaliação do grau de alterações visuais, conforme Figura 3. As notas 1, 2 e 3, corresponderam, respectivamente, à inflorescência de qualidade comercial (completamente verde e túrgida); à inflorescência em estágio de senescência, que implica em produto não-comercial (início de

amarelecimento e presença visual da murcha); e à inflorescência completamente senescente (botões florais amarelos e inflorescência completamente murcha).

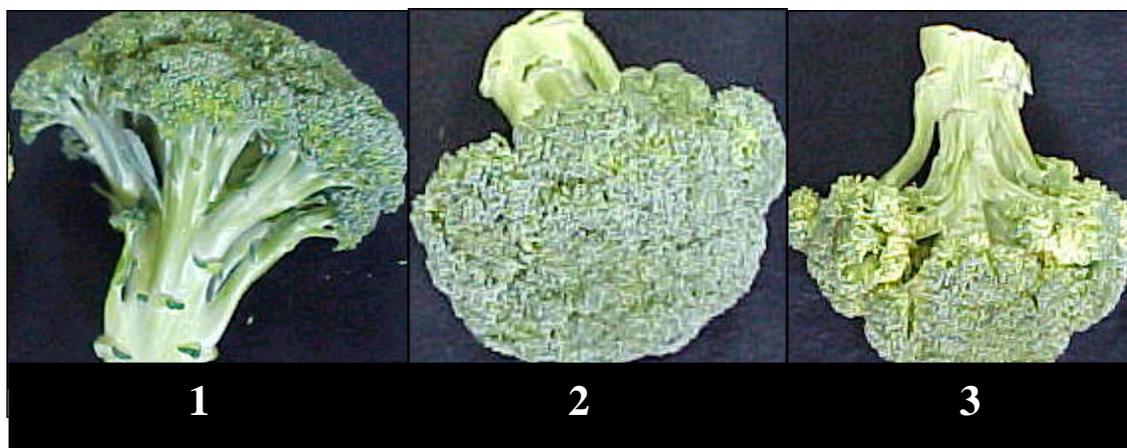


Figura 3 - Escala de notas da evolução da mudança de cor e firmeza (murchamento) de inflorescências de brócolis (*Brassica oleracea* L. var *italica*), híbrido 'Titleist' armazenadas a 5°C e 85 % UR. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

2.2.4. Análise de clorofila

Cerca de 2 g de massa fresca das flores da inflorescência, após macerados em almofariz com acetona P.A. e uma pitada de areia lavada, contendo cerca de 10 mg de CaCO_3 , foram filtrados em papel-filtro qualitativo 80 G. Após a primeira filtração, o resíduo do papel de filtração foi lavado por mais cinco vezes com acetona P.A.; o filtrado de cada lavagem combinado e o volume foi completado para 50 mL com acetona.

A estimativa dos teores de clorofila total foi feita por meio de espectrofotometria (ARNON, 1949), utilizando-se espectrofotômetro Hitachi, modelo U1100 e os cálculos segundo equação de LICHESTEINER (1987):

$$\text{Teor de clorofila total} = (7,05 \times A_{661,6} + 18,09 \times A_{644,8}) * (V/P)$$

Os resultados foram expressos em mg g^{-1} MS, em que MS = massa seca (g); A = absorvância; V = volume de extração (L); e P = peso da amostra (g).

2.2.5. Açúcares solúveis totais

A quantificação de açúcares solúveis totais nas inflorescências foi realizada segundo o método Fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). Cerca de 5 g de massa fresca de tecido vegetal foram retirados da inflorescência (flores e hastes) e imersos em etanol 80% fervente, por 30 minutos e, após, armazenados sob refrigeração. No momento da extração, o material foi triturado em um triturador Polytrex e filtrado em papel filtro qualitativo 80 G, seguindo-se três lavagens com etanol 80%, onde o volume combinado das filtragens foi completado em balão volumétrico para 100 mL com etanol 80%. O resíduo retido em papel filtro foi secado em estufa a 65°C e armazenado em dessecadores para determinação de amido. Sempre em duplicata, procedeu-se a diluição da amostra e o preparo das soluções padrões de sacarose (0; 25; 50; 75; 100 g mL⁻¹). Para cada réplica, pipetou-se 0,5 mL da amostra em tubo de ensaio com rosca, e adicionou-se 0,5 mL de fenol a 5% e 2,5 mL de H₂SO₄ concentrado. Os tubos foram agitados em vortex e colocados em banho de gelo; após, foram levados ao banho-maria com temperatura de 30°C por 20 minutos. Após remoção dos tubos do banho-maria, estes foram novamente agitados e postos em temperatura ambiente por 30 minutos e, então, procedeu-se a leitura da absorbância em $\lambda = 490$ nm em espectrofotômetro Shimadzu, modelo UV 1601. O teor de açúcares solúveis totais foi expresso em mg g⁻¹ MS.

2.2.6. Amido

Do resíduo proveniente da extração de açúcares solúveis totais, determinou-se o teor de amido mediante metodologia descrita por McCREADY et al. (1950). O resíduo foi ressuspenso em ácido perclórico 30 %, agitado em turbilhador e deixado em repouso por 30 minutos com agitações ocasionais, seguindo-se centrifugação a 2000 x g por 10 minutos. Este procedimento foi repetido três vezes, sendo o precipitado descartado, os sobrenadantes coletados em balão volumétrico e o volume completado para 25 mL com água destilada. Para quantificação do teor de amido foi utilizado o mesmo método para quantificação de açúcares solúveis totais descrito anteriormente, sendo o resultado multiplicado pelo fator 0,9. O teor de amido foi expresso em mg g⁻¹ MS.

2.3. Análise estatística

Para determinação de perda de massa fresca e dos teores de clorofila, açúcares solúveis totais e de amido utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos (controle, pré-resfriamento e filme de PVC) e nas subparcelas os horários de avaliação (0h; 12h; 24h; 168h e 336h), no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de uma inflorescência. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Para os fatores qualitativos (tratamentos), as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos, os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” adotando-se o nível de até 10%, no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico em estudo. Para análise da evolução da cor e murcha, foi utilizada a análise descritiva dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Perda de massa fresca

Houve interação significativa entre tratamentos e tempo de armazenamento pós-colheita. A perda de massa fresca acumulada das inflorescências de brócolis pré-resfriadas, embaladas com filme de PVC e o controle, nos períodos de armazenamento a 5°C e UR de 85%, é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios de perda de massa fresca acumulada (%) em inflorescências de brócolis submetidas aos tratamentos controle, pré-resfriamento com gelo e filme de PVC, durante o armazenamento a 5°C e 85% UR. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

Tratamentos	Tempo pós-colheita					
	12 h	24 h	72 h (3d)	168h (7d)	336h (14d)	504h (21d)
Controle	2,89 A	5,78 A	11,12 A	27,85 A	48,87 A	-
Pré-resfriamento	2,22 B	3,78 B	11,05 A	30,66 A	48,20 A	-
Filme de PVC	0,03 C	0,16 C	0,27 B	0,72 B	0,87 B	1,01

Médias seguidas por uma mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se que o pré-resfriamento por 1,5 horas após a colheita foi efetivo em reduzir a perda de massa fresca nas primeiras 24 horas de armazenamento, em relação ao controle. Segundo FINGER e VIEIRA (1997), a temperatura, além da UR e velocidade do ar, é um fator determinante do controle e da redução das perdas de água pós-colheita em frutos e hortaliças, sendo que a redução da temperatura pelo pré-resfriamento com gelo picado implica na redução do gradiente de pressão de vapor e da taxa de difusão do vapor de água do produto para o ambiente. O filme de PVC apresentou-se como tratamento mais eficiente para evitar a perda de massa fresca durante o período de armazenamento, chegando aos 21 dias com perda de cerca de 1,01% da massa inicial, enquanto que os produtos pré-resfriados e controle perderam

cerca de 50% da massa inicial ao final dos 14 dias de armazenamento, evidenciando que a UR do ambiente foi baixa para armazenamento de brócolis (Tabela 1). JACOBSSON et al. (2004) utilizando filme de PVC na cobertura de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* cv. 'Marathon'), e armazenagem a 10°C, em câmaras frias umidificadas, encontraram perda de massa, após 7 dias de armazenamento, de 1,6% em relação à massa inicial, enquanto que para a inflorescência sem embalagem a perda foi de 13,2%.

Segundo LIPTON (1987), em muitos vegetais folhosos e flores pode ser observado rápido declínio de qualidade pós-colheita dos produtos, com perda de massa acumulada entre cinco e dez por cento, acarretando perda de turgidez e, em tecidos verdes, perda de coloração. Notou-se que a perda de turgidez, nas inflorescências de brócolis pré-resfriadas e controle, ocorreu entre o segundo e terceiro dia, com perda de massa fresca de cerca de 11% em relação à massa inicial, enquanto que as inflorescências embaladas com filme de PVC permaneceram túrgidas após 21 dias de armazenagem.

As equações de regressão ajustadas da perda de massa fresca (%) das inflorescências de brócolis em função do tempo pós-colheita (H) para os respectivos tratamentos e coeficientes de determinação, são apresentadas na Tabela 2. Observou-se comportamento linear para a perda de massa fresca durante o armazenamento das inflorescências nos tratamentos. Esta linearidade já foi observada, em inflorescências de brócolis (FINGER et al., 1999), também em uva (BRECHT e BRECHT, 2002), cenoura (SHIBAIRO et al., 2002), pêssego (WHITELOCK et al., 1994) e alface (MARTINEZ e ARTÉS, 1999).

Tabela 2 - Equações de regressão ajustadas da perda de massa fresca (Y = PM %) de inflorescências de brócolis em função de horas (H) pós-colheita para os respectivos tratamentos e coeficientes de determinação. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

Tratamento	Equações ajustadas	r ²
Controle	= 0,1535 H	0,974
Pré-resfriamento	= 0,1544 H	0,965
Filme de PVC	= 0,0037 H	0,575

Para o tratamento controle e pré-resfriamento, as taxas estimadas de perda de massa das inflorescências foram, respectivamente, $0,1535 \% h^{-1}$ e $0,1544 \% h^{-1}$, enquanto que a cobertura das inflorescências com filme de PVC garantiu taxa de perda de massa fresca estimada de $0,0037\% h^{-1}$, portanto, muito inferior quando comparadas aos outros tratamentos.

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 para o ambiente e é determinada, em parte, pela relação superfície/volume, natureza da superfície protetora e integridade física (FINGER e VIEIRA,1997). Neste trabalho, foi observado forte influência da embalagem com filme de PVC, utilizado como barreira protetora, sobre a redução da perda pós-colheita de água das inflorescências refletindo, assim, em produto de melhor qualidade no que se refere à turgidez das inflorescências ao final do período de armazenamento sob refrigeração.

Além de efeitos físicos ocasionados pela perda de água, como redução da massa total e o murchamento do produto, a perda de água pós-colheita pode exercer profundos efeitos fisiológicos sobre os produtos hortícolas, interferindo na respiração, produção de etileno, degradação de clorofila e indução de alterações no padrão de síntese protéica (FINGER e VIEIRA,1997).

3.2. Teor de massa seca

As inflorescências, independentes dos tratamentos, apresentaram comportamento semelhante no que se refere ao acúmulo de massa seca. As equações de regressão, que definem este acúmulo em função da perda de massa fresca para as combinações de tratamentos e secções da inflorescência, são apresentadas na Tabela 3. Observou-se que as taxas de acúmulo de massa seca (%) por unidade de massa fresca perdida (%) foram $0,1748$ e $0,1774$ para flores e de $0,1461$ e $0,1499$ para hastes, respectivamente, para os tratamentos controle e pré-resfriamento. Nota-se taxas semelhantes entre esses tratamentos, todavia superiores às taxas das inflorescências que foram cobertas com filme de PVC, onde as taxas de acúmulo de massa seca (%) foram de $0,1513$ e de $0,1033$ por unidade de massa fresca perdida (%), respectivamente, para as flores e hastes, ou seja, o filme de PVC reduziu a taxa de acúmulo de massa seca em cerca de 15% e 30% para as flores e hastes, respectivamente, em relação aos demais tratamentos.

Observaram-se altos coeficientes de determinação nas equações de regressão ajustadas para as combinações de tratamentos e secções da inflorescência, evidenciando que o aumento do teor de massa seca pós-colheita é explicado pela perda de massa fresca dos brócolis provocada, principalmente, pela perda d'água devido à transpiração nas condições de armazenagem (Tabela 3).

A perda de massa total pós-colheita dos produtos hortícolas é resultado do somatório da perda de água pela transpiração e perda de massa seca devida à atividade respiratória. Segundo BEN-YEHOUSHUA (1987), baseando-se nas taxas respiratórias desses produtos, a perda de massa pela respiração situa-se entre 3 e 5% da perda total de massa observada na pós-colheita. Portanto, a intensidade da transpiração pós-colheita determina, em grande parte, a taxa de perda de massa total dos produtos hortícolas, evidenciando, novamente, que a UR de 85% é baixa para armazenamento de brócolis, como observado neste trabalho.

Tabela 3 - Equações de regressão ajustadas do teor de massa seca ($Y = \text{TMS } \%$) em função da perda de massa fresca ($X = \text{PMF } \%$) para os respectivos tratamentos e secções das inflorescências de brócolis armazenadas a 5°C e 85% UR e os coeficientes de determinação (r^2). Viçosa - Minas Gerais, 2004.

Tratamentos	Equações ajustadas			
	Flores	r^2	Haste	r^2
Controle	$= 13,349 + 0,1748 X$	0,94	$= 7,4150 + 0,1461 X$	0,99
Pré-resfriamento	$= 13,324 + 0,1774 X$	0,93	$= 7,3836 + 0,1499 X$	0,99
Filme de PVC	$= 13,122 + 0,1513 X$	0,92	$= 7,4266 + 0,1033 X$	0,85

3.3. Cor e firmeza

Houve mudança visual, em termos de coloração e murchamento das inflorescências, ao longo do armazenamento (Figura 4). Observou-se que a variação da cor e o murchamento das inflorescências submetidas aos tratamentos controle e pré-resfriamento apresentaram comportamentos semelhantes (Figura 4A e 4B). De acordo com a escala de notas adotada, no início do armazenamento, foi atribuída nota 1, para esses tratamentos, ou seja, inflorescência completamente verde e túrgida. No terceiro dia, observou-se a perda de turgidez e a presença de flores amarelas, tornando o produto não-comercial (nota 2); aos 14 dias de armazenamento foi atribuída nota 3, com o produto completamente senescente com botões florais amarelos e inflorescência completamente murcha.

A análise visual é subjetiva, porém ao consumidor a coloração e a firmeza são atributos de qualidade importantes quando se refere aos brócolis. O nível máximo de perda de massa aceitável para produtos hortícolas varia em função da espécie e do nível de exigência do mercado consumidor e, para a maioria dos produtos frescos, a perda de massa máxima observada, sem o aparecimento de murcha ou enrugamento da superfície, oscila entre 5 e 10% (FINGER e VIEIRA,1997).

O filme de PVC manteve inflorescências túrgidas e retardou o amarelecimento dos floretes durante o período de armazenamento, sendo atribuída nota 1 na escala aos 21 dias, ou seja, o produto ainda apresentava qualidade visual aceitável (Figura 4C). JACOBSSON et al. (2004) relatam que o filme de PVC retardou a deterioração de inflorescências de brócolis, em termos de amarelecimento e murchamento, e preservou as qualidades de mercado do produto durante o período de armazenamento. Segundo esses autores, a atmosfera interna da embalagem apresentou 17% O₂ e 4% CO₂ após o período de 7 dias em câmara fria a 10°C e umidificada, demonstrando o efeito da atmosfera modificada sobre o retardamento da deterioração dos brócolis.

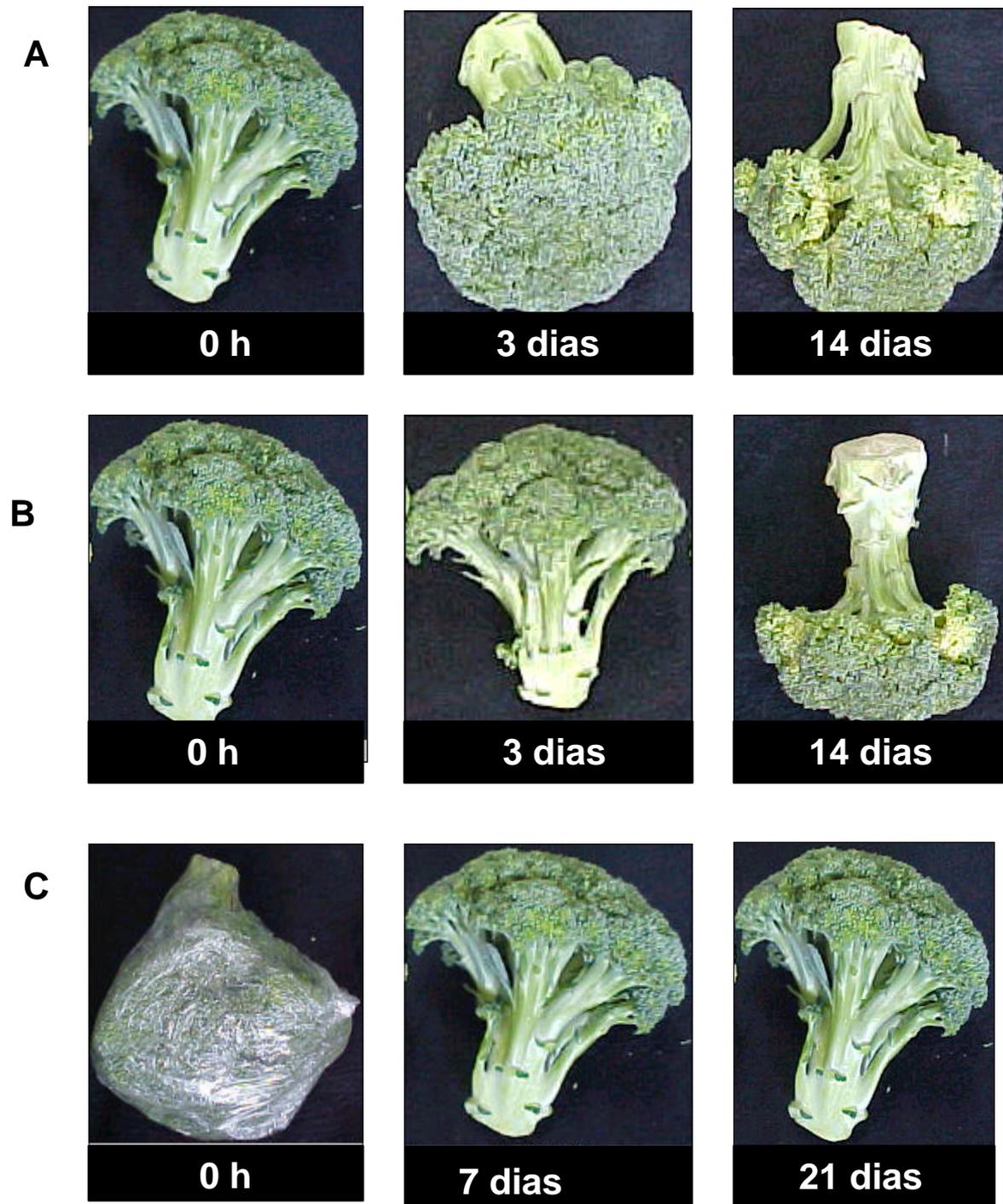


Figura 4 - Variação da cor e murchamento de inflorescências de brócolis [controle (A); pré-resfriado (B) e sob cobertura de filme de PVC (C)], armazenados sob refrigeração a 5°C e 85% UR, Viçosa - Minas Gerais, 2004.

3.4. Teor de clorofila

Observou-se que o filme de PVC foi eficiente no retardamento da degradação da clorofila, diferindo estatisticamente do controle e do pré-resfriamento aos 14 dias de armazenamento e apresentando teor médio de clorofila de 210,34 mg 100 g⁻¹ MS, aos 21 dias de armazenamento, correspondente a 88% do teor inicial de clorofila (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios dos teores de clorofila (mg 100 g⁻¹ MS) durante o armazenamento de inflorescências de brócolis a 5°C e UR de 85%, submetidas aos tratamentos controle, pré-resfriamento com gelo e filme de PVC. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

Tratamentos	Tempo pós-colheita						
	0 h	12 h	24 h	168h (7d)	336h (14d)	504h (21d)	
Controle	214,27 A	194,58 A	190,30 A	154,40 B	130,12 B	-	
Pré-resfriamento	218,44 A	207,96 A	206,62 A	189,69 AB	137,03 B	-	
Filme de PVC	238,20 A	236,19 A	234,52 A	229,60 A	227,47 A	210,34	

Médias seguidas por uma mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com BARTH e ZHUANG (1994), a senescência pós-colheita de brócolis, expressa pela perda de clorofila, está correlacionada com a peroxidação de lipídeos, levando a desintegração da membrana celular e a conseqüente degradação enzimática de pigmentos de plantas superiores. Baixas temperaturas aumentam o conteúdo de compostos fenólicos e estes compostos diminuem a atividade de lipoxigenases e peroxidases que são tidas como responsáveis pelo amarelecimento (OSZMIANSKI e LEE (1990) citados por TOIVONEN, 1997). Foi observada, neste trabalho, ao sétimo dia de armazenamento, a importância do abaixamento rápido da temperatura após a colheita de brócolis, no retardamento da degradação de clorofila, onde inflorescências de brócolis submetidas ao pré-resfriamento com gelo picado apresentaram teores médios absolutos de clorofila superiores às do controle (189,69 e 154,40 mg 100 g⁻¹ MS, respectivamente, pré-resfriamento e controle), e, apesar de não

haver diferença estatística significativa entre estes tratamentos, o pré-resfriamento aplicado sobre as inflorescências foi suficiente para não diferir daquelas embaladas com filme de PVC, tratamento que se mostrou eficiente no controle da degradação da clorofila (Tabela 4).

Houve queda de aproximadamente 40% dos teores médios de clorofila aos 14 dias de armazenamento a 5°C, com teores médios finais de 130,12 e 137,03 mg 100 g⁻¹ MS, respectivamente, para os tratamentos controle e pré-resfriamento (Tabela 4). Para brócolis, cv. Endeavor, foi observada queda de 80 % teor inicial de clorofila em 6 dias de armazenamento a 15°C (FUNAMOTO et al., 2003).

Segundo STARZYNSKA et al. (2003), brócolis embalados com filme de PVC, mantidos a 20°C, apresentaram maiores teores de clorofila quando comparados com não-embalados, ao final de 3 dias de armazenamento; todavia, durante a armazenagem a 5°C, por 10 dias, não foi observada diferença significativa entre as inflorescências embaladas e não embaladas, evidenciando a importância da baixa temperatura na manutenção da clorofila. Segundo LEJA et al. (2002), a baixa temperatura e o filme plástico, favorecem a inibição da senescência dos brócolis, preservando a clorofila e a qualidade visual.

Os gráficos com as estimativas dos teores de clorofila total em inflorescências de brócolis submetidos aos respectivos tratamentos e armazenados a 5°C e 85% UR são apresentados na Figura 5. A degradação da clorofila ao longo do tempo de armazenagem teve comportamento linear, com variação negativa do teor de clorofila de 0,22598 e 0,21894 mg 100 g⁻¹ MS por hora de armazenagem pós-colheita, respectivamente, para os tratamentos controle e pré-resfriamento. Pelos coeficientes de determinação, pode-se afirmar que a variação total do teor de clorofila em brócolis é explicada pelas equações de regressão ajustadas em 93% para o tratamento controle e 95% para o produto pré-resfriado com gelo. Para o tratamento com filme de PVC, os teores de clorofila das inflorescências permaneceram estáveis, com valor médio de 229,39 mg 100 g⁻¹ MS durante 21 dias de armazenamento a 5°C e 85% UR.

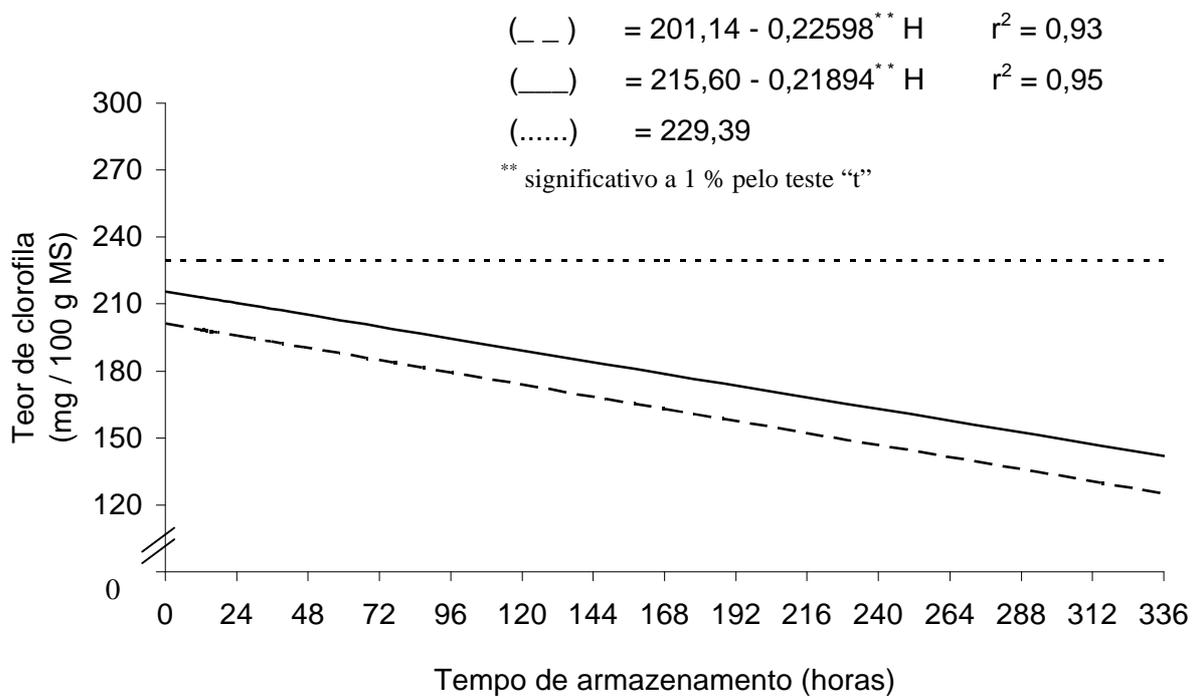


Figura 5 – Estimativa do teor de clorofila total em inflorescências de brócolis submetidos aos tratamentos controle (---), pré-resfriamento (—) e embalagem com filme de PVC (.....) e armazenados a 5°C e 85% UR. Viçosa —Minas Gerais, 2004.

3.5. Teor de açúcares solúveis totais

Não houve efeito dos tratamentos sobre os teores de açúcares solúveis totais em hastes de inflorescências de brócolis durante o armazenamento a 5°C e 85% UR (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios dos teores de açúcares solúveis totais (mg g^{-1} MS) durante armazenamento em hastes de inflorescências de brócolis submetidas aos tratamentos controle, pré-resfriamento e filme de PVC e armazenadas a 5°C e 85% UR. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

Tratamentos	Tempo pós-colheita					
	0 h	12 h	24 h	168h (7d)	336h (14d)	504h (21d)
Controle	297,06	A 247,04	A 236,41	A 215,10	A 214,57	A -
Pré-resfriamento	315,15	A 273,32	A 254,21	A 236,54	A 218,21	A -
Filme de PVC	316,02	A 275,77	A 254,73	A 237,91	A 233,36	A 228,31

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Embora não comparados estatisticamente, teores mais elevados de açúcares solúveis em inflorescências de brócolis foram observados nas hastes, comparados com as flores (Tabelas 5 e 6). Todavia, o consumo destes açúcares na haste parece ser superior à demanda respiratória das flores, uma vez que, também se observou queda acentuada de açúcares solúveis nas primeiras 12 horas de armazenamento, tanto na haste quanto nas flores das inflorescências (Tabelas 5 e 6); entre 12 e 24 horas observou-se pequeno aumento no teor de açúcares solúveis nas flores (Tabela 6), possivelmente devido ao transporte de açúcares da parte basal (haste) para a apical (flores) das inflorescências durante a senescência das flores, além da possível conversão do amido em açúcares, como observado por ENDRES (1996).

Tabela 6 - Valores médios dos teores de açúcares solúveis totais (mg g^{-1} MS) durante armazenamento em flores de inflorescências de brócolis submetidas aos tratamentos controle, pré-resfriamento e filme de PVC e armazenadas a 5°C e 85% UR. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

Tratamentos	Tempo pós-colheita					
	0 h	12 h	24 h	168 h (7d)	336h (14d)	504h (21d)
Controle	97,89 B	83,39 B	95,83 B	85,34 B	82,52 A	-
Pré-resfriamento	100,01 B	90,94 B	95,52 B	96,28 AB	87,10 A	-
Filme de PVC	113,49 A	107,51 A	108,07 A	102,34 A	85,97 A	76,54

Médias seguidas por uma mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Gastos elevados de carboidratos durante as primeiras horas pós-colheita são necessários em consequência da alta demanda respiratória, quando as maiores mudanças fisiológicas, bioquímicas e moleculares têm sido demonstradas, como foi observado em aspargos (LILL et al., 1990). Portanto, rápido resfriamento após colheita de brócolis é importante para a redução da atividade metabólica que poderia resultar na sua deterioração (GILLIES & TOIVONEN, 1995). Porém o efeito do pré-resfriamento apenas foi notado ao sétimo dia de armazenagem, quando não diferiu estatisticamente do filme de PVC (Tabela 6).

O filme de PVC foi mais efetivo na redução do consumo de açúcares solúveis nas flores do que o pré-resfriamento e controle no período de até 24 horas de armazenamento, não diferindo estatisticamente do pré-resfriamento aos 7 dias de armazenamento e com teores mais elevados quando comparados com o controle (Tabela 6); todavia, no início do armazenamento as flores das inflorescências embaladas com filme de PVC apresentaram teor médio inicial de açúcares solúveis significativamente maior que os teores médios dos tratamentos controle e pré-resfriamento, sugerindo efeito do filme de PVC já no campo. AMARANTE e PUSCHMANN (1993) observaram que elevados conteúdos iniciais de açúcares parecem estar relacionados com maior tempo de armazenamento pós-colheita de couve, possivelmente, devido à quantidade maior de substrato disponível para manutenção da respiração vital.

Nas primeiras 24 h pós-colheita, foi observado, nas hastes, queda acentuada dos níveis de açúcares, independente do tratamento, sendo a queda em média de cerca de 20% do valor inicial, onde a variação dos teores médios de açúcares nas inflorescências submetidas aos tratamentos foram de 297,06 para 236,41 mg g⁻¹ MS para o controle; de 315,15 para 254,21 mg g⁻¹ MS para o pré-resfriamento e de 316,02 para 254,73 mg g⁻¹ MS para o filme de PVC. Os teores médios de açúcares ao final do período de 14 dias de armazenamento foram em média de 30% dos teores iniciais (Tabela 5 e Figura 6). KING & MORRIS (1996) e ENDRES (1996), também observaram queda acentuada de açúcares solúveis em brócolis nas primeiras 24 h de armazenamento a 20°C.

Entre o primeiro e o sétimo dia de armazenamento das inflorescências que sofreram o pré-resfriamento, observou-se certa estabilidade dos teores de açúcares solúveis nas hastes; todavia, a partir do sétimo dia percebeu-se queda mais acentuada tanto para o produto pré-resfriado quanto para o embalado com filme de PVC (Figura 6) e ao final de 14 dias de armazenamento não houve diferença significativa dos teores de açúcares solúveis entre os tratamentos, observando-se níveis de 87 % para o produto pré-resfriado e de 84 % para o controle em relação ao valor inicial; para o filme de PVC ao final de 21 dias pós-colheita, os teores de açúcares para as flores e hastes, foram cerca de 70% do valor inicial (Tabelas 5 e 6).

Observou-se, para hastes, que os melhores ajustes para as equações de regressão que explicam o comportamento dos teores de açúcares solúveis ao longo do tempo pós-colheita, forneceram como modelos de regressão, funções raiz quadráticas, independente dos tratamentos, com elevados coeficientes de determinação (Figura 6). Observou-se que para os tratamentos controle e pré-resfriamento, níveis mínimos de açúcares solúveis foram encontrados entre 144 e 192 horas (6 e 8 dias) de armazenamento e para o produto embalado com o filme de PVC, este nível crítico é atingido somente após 336 horas (14 dias) de armazenamento.

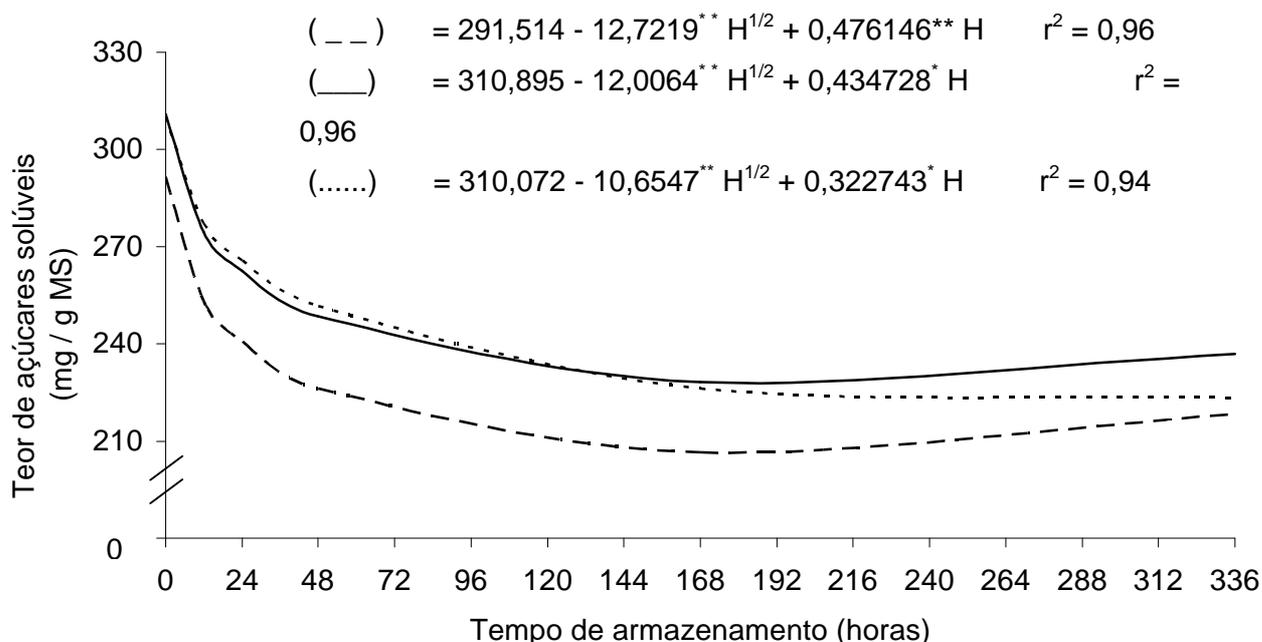


Figura 6 - Estimativa dos teores de açúcares solúveis totais em hastes de inflorescências de brócolis submetidos aos tratamentos controle (---), pré-resfriamento (—) e embalagem com filme de PVC (.....) em função do tempo de armazenamento a 5°C e 85% UR. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

Para a seção floral das inflorescências, os melhores ajustes para as equações de regressão forneceram modelos lineares para explicarem o comportamento dos teores de açúcares ao longo do tempo pós-colheita, todavia, para os tratamentos controle e pré-resfriamento, os coeficientes de determinação foram relativamente baixos, respectivamente, 0,41 e 0,43; ou seja, 41 % da variação total dos teores de açúcares solúveis ocorridos nas flores para o tratamento controle e 43% dessa variação para o pré-resfriado com gelo são explicados pelas equações de regressão ajustadas; para o filme de PVC, o coeficiente de determinação foi 0,94, implicando que 94% da variação total dos teores de açúcares solúveis, nas flores de inflorescências deste tratamento, são explicados pela equação de regressão ajustada (Figura 7). Considerando as equações de regressão apresentadas, com seus respectivos coeficientes de determinação, observou-se que as taxas de variação do teor de açúcares solúveis nas flores para os tratamentos controle e o pré-resfriamento, implicaram, respectivamente, em decréscimos de $32,2265 \text{ g g}^{-1} \text{ MS}$ e $22,9514 \text{ g g}^{-1} \text{ MS}$ por unidade de hora acrescida no tempo de armazenamento. Para o tratamento com o filme de PVC, a taxa de variação do teor de açúcares é superior aos demais, com valor de $-70,8018 \text{ g g}^{-1} \text{ MS}$ por hora de armazenamento.

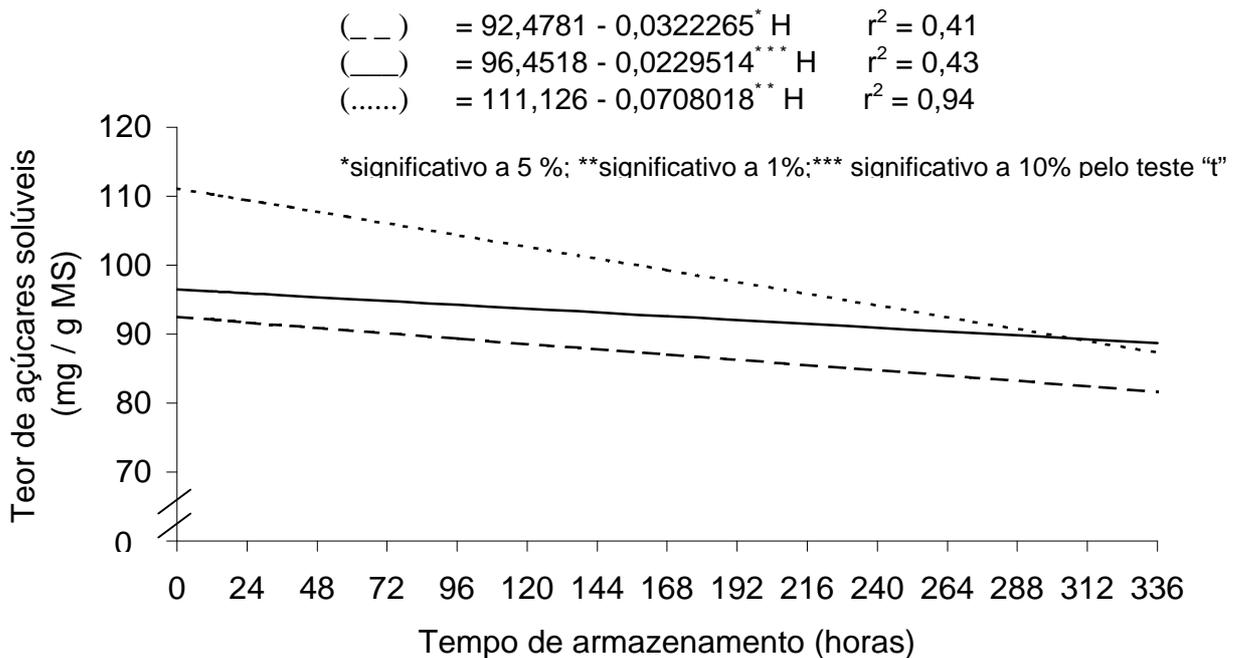


Figura 7 - Estimativa dos teores de açúcares solúveis totais em flores de inflorescências de brócolis submetidos aos tratamentos controle (---), pré-resfriamento (—) e embalagem com filme de PVC (.....) em função do tempo de armazenamento a 5°C e 85% UR. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

3.6. Teor de amido

Diferente dos teores de açúcares solúveis observou-se teores mais elevados de amido na parte apical (floral), comparado com a parte basal (haste) das inflorescências dos brócolis, sendo esses valores, cerca de 100% superiores, onde os teores médios de amido para haste foram cerca de 39,50 mg g⁻¹ MS enquanto que nas flores estes teores médios foram cerca de 82,22 mg g⁻¹ MS (Tabelas 7 e 8).

Houve efeito significativo do filme de PVC sobre a degradação de amido nas hastes das inflorescências de brócolis nos períodos avaliados até o sétimo dia de armazenamento, com teores médios de amido superiores ao tratamento controle, porém não diferindo do pré-resfriamento; nota-se, todavia, que no início do armazenamento as hastes das inflorescências embaladas com filme de PVC apresentaram teor médio inicial de amido significativamente maior que os teores

médios do tratamento controle e não diferindo dos teores encontrados nas hastes das inflorescências submetidas ao pré-resfriamento, sugerindo efeito do filme de PVC e do pré-resfriamento já no campo (Tabela 7). No período de 12 horas de armazenamento, o pré-resfriamento não diferiu do filme de PVC sobre os teores médios de amido, sendo superiores ao encontrados nas inflorescências sob tratamento controle, enquanto que nos demais períodos avaliados, o pré-resfriamento não diferiu estatisticamente do controle (Tabela 7). Aos 14 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos sobre os teores médios de amido nas hastes das inflorescências de brócolis.

Tabela 7 - Valores médios dos teores de amido (mg g^{-1} MS) durante armazenamento em hastes de inflorescências de brócolis submetidas aos tratamentos controle, pré-resfriamento e filme de PVC e armazenadas a 5°C e 85% UR. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

Tratamentos	Tempo pós-colheita					
	0 h	12 h	24 h	168h (7d)	336h (14d)	504h (21d)
Controle	35,55 B	30,41 B	30,11 B	29,72 B	29,22 A	-
Pré-resfriamento	40,21 AB	36,27 A	33,51 AB	33,79 AB	32,46 A	-
Filme de PVC	42,87 A	39,42 A	36,99 A	35,84 A	30,25 A	26,62

Médias seguidas por mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No início do armazenamento as flores das inflorescências embaladas com filme de PVC apresentaram teor médio inicial de amido significativamente maior que aos demais tratamentos, sugerindo efeito do filme de PVC já no campo (Tabela 8). Nos demais períodos avaliados, os teores médios de amido nas flores das inflorescências sob pré-resfriamento e filme de PVC não diferiram significativamente, sendo que às 12 horas de armazenamento, apenas o filme de PVC apresentou flores de inflorescências com teores médios de amido superior ao controle, enquanto que no sétimo dia ambos tratamentos, pré-resfriamento e filme de PVC, resultaram em menor consumo de amido em relação ao controle; aos 14 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos nos teores de amido nas flores de inflorescências de brócolis (Tabela 8).

Tabela 8 - Valores médios dos teores de amido (mg g^{-1} MS) durante armazenamento em flores de inflorescências de brócolis submetidas aos tratamentos controle, pré-resfriamento e filme de PVC e armazenados a 5°C e 85% UR. Viçosa – Minas Gerais, 2004.

Tratamentos	Tempo pós-colheita					
	0 h	12 h	24 h	168h (7d)	336h (14d)	504h (21d)
Controle	76,12 B	57,88 B	53,92 A	42,25 B	38,62 A	-
Pré-resfriamento	80,02 B	65,01 AB	56,94 A	51,16 A	38,63 A	-
Filme de PVC	90,53 A	66,21 A	58,04 A	55,67 A	39,94 A	34,35

Médias seguidas por mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ao longo do tempo de armazenamento houve degradação de amido nas hastes e nas flores das inflorescências de brócolis submetidos aos tratamentos e armazenados sob refrigeração, observando-se queda acentuada dos teores de amido nas primeiras 24 horas pós-colheita, tanto nas hastes quanto na parte floral, exceto para o pré-resfriamento aplicado nas inflorescências, que manteve um teor médio de amido nas hastes de cerca de $35,248 \text{ mg g}^{-1}$ MS durante todo o período de avaliação (Figuras 8 e 9).

ENDRES (1996) observou queda drástica do teor de amido nas primeiras 6 horas em brócolis armazenados a 20°C , possivelmente em razão da demanda de açúcares devido às altas taxas respiratórias observadas nessa fase. KING e MORRIS (1994) observaram redução de carboidratos na parte basal e mediana da inflorescência a qual excedia em muito o exigido pela respiração sugerindo, dessa maneira, que haveria conversão do amido em açúcares e a translocação destes para parte apical, mantendo os níveis de carboidratos e a respiração da parte floral da inflorescência do brócolis.

A atividade metabólica é muito intensa logo após a colheita, pois nas análises realizadas 1,5 horas após a colheita (0 h de armazenamento a 5°C e 85% UR) já foram observadas diferenças significativas para amido entre PVC e controle (haste) e PVC e outros dois tratamentos (flores) conforme se observam nas Tabelas 7 e 8. Resultados semelhantes foram observados para açúcares solúveis nas flores (Tabela 6), indicando que o manejo que se segue à colheita, em brócolis, necessita de maior controle, seja

pelo abaixamento de temperatura e/ou proteção individual das inflorescências, visando manter por mais tempo a qualidade do produto.

Após este período de intenso metabolismo nas primeiras 24 horas de armazenamento, observa-se que continua havendo degradação de amido, porém o consumo é menos acentuado tanto nas hastes quanto nas flores das inflorescências (Figuras 8 e 9), exceto para hastes embaladas com filme de PVC que apresentaram contínuo consumo de amido durante o armazenamento (Figura 8). O menor consumo de amido após as 24 horas iniciais poderia ser explicado pela menor demanda por açúcares nesse período, portanto, menor conversão de amido em açúcares, ou, utilização de outros substratos respiratórios como ácidos orgânicos e proteínas como sugere KING e MORRIS (1994).

Aos 14 dias de armazenamento não houve diferença significativa dos teores de amido entre os tratamentos; nessa época o consumo de amido foi, em média, cerca de 8,90 mg g⁻¹ MS e 43,16 mg g⁻¹ MS, respectivamente, nas hastes e flores, correspondendo a 22,51 % e 52,49 % de queda em relação aos teores médios de amido nas respectivas seções das inflorescências de brócolis (Tabelas 7 e 8). Para o tratamento com a cobertura de filme de PVC aos 21 dias de armazenamento, o consumo de amido observado foi de 16,25 mg g⁻¹ MS e 56,18 mg g⁻¹ MS, respectivamente, para hastes e flores (Tabelas 7 e 8), correspondendo a 37,90 % e 62,06 % de queda em relação aos teores médios de amido no início do armazenamento, demonstrando que o brócolis permanece em ativas mudanças bioquímicas promovendo alterações na composição orgânica dos tecidos levando a sua posterior senescência fisiológica. Resultado similar foi relatado para brócolis cv. Piracicaba Precoce, onde se observou perda de 67% do conteúdo de amido após 72 horas de armazenamento a 20°C (FINGER et al., 1999).

As equações de regressão ajustadas da variável amido nas hastes e flores de inflorescências de brócolis em função do tempo de armazenamento (H) pós-colheita para os respectivos tratamentos e coeficientes de determinação são apresentados nas Figuras 8 e 9, respectivamente. Nas hastes, os melhores ajustes para as equações de regressão que explicam o comportamento dos teores de amido ao longo do tempo pós-colheita, forneceram como modelos, funções raiz quadráticas, para os tratamentos controle e filme de PVC, com coeficientes de determinação, respectivamente, 0,82 e 0,90 (Figura 8). Para as hastes das inflorescências pré-resfriadas com gelo, o teor de amido permaneceu com valor médio de 35,848 mg g⁻¹ MS (Figura 8). Observou-se que,

para o tratamento controle, entre 24 horas e o sétimo dia de armazenamento, foram encontradas hastes apresentando teores mínimos de amido, com teores de cerca de 30 mg g⁻¹ MS, enquanto que para o produto embalado com o filme de PVC, este nível crítico não é atingido antes de 336 horas (14 dias) de armazenamento.

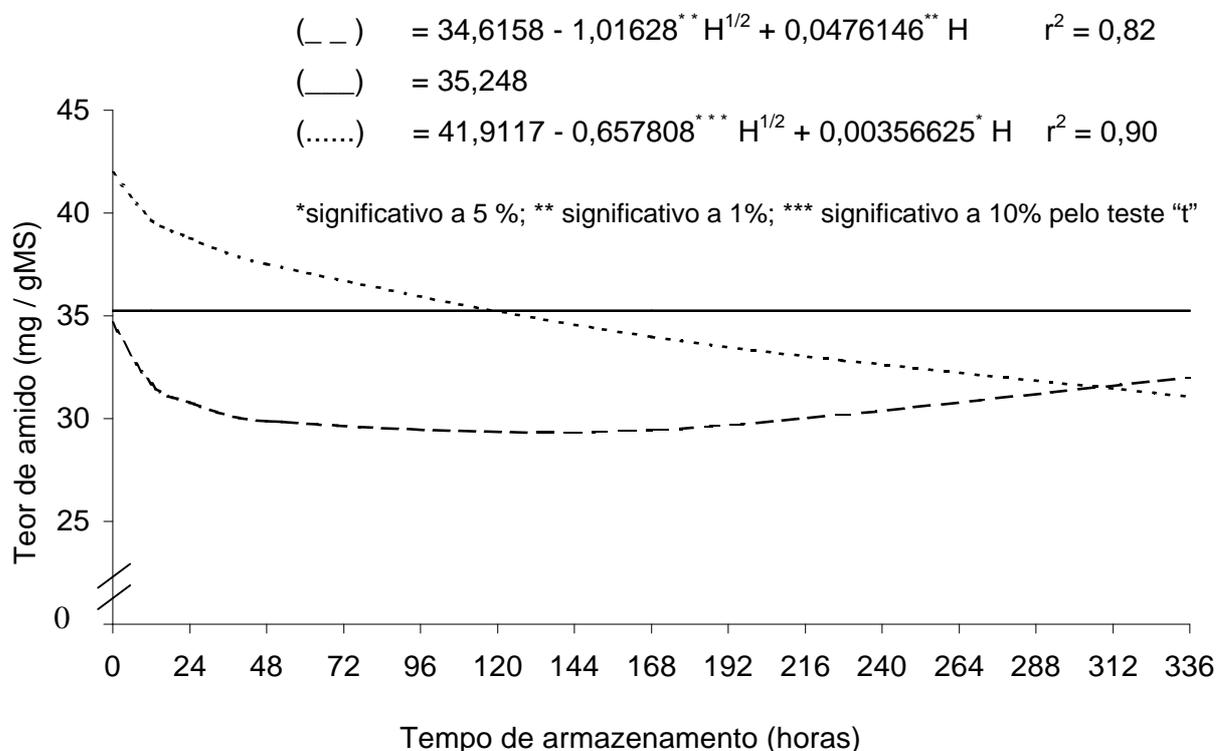


Figura 8 - Estimativa dos teores de amido em hastes de inflorescências de brócolis submetidos aos tratamentos controle (— —), pré-resfriamento (—) e embalagem com filme de PVC (.....) em função do tempo de armazenamento a 5°C e 85% UR. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

Nas flores, as equações de regressão melhores ajustadas foram funções raiz quadráticas, independente dos tratamentos, com elevados coeficientes de determinação, com valores, para os tratamentos controle, pré-resfriamento e filme de PVC, respectivamente, 0,97; 0,92 e 0,86 (Figura 9). Observou-se que o pré-resfriamento e o filme de PVC permitiram que níveis mínimos de teores de amido nas flores não ocorressem antes de 336 horas (14 dias) de armazenamento, enquanto que para o tratamento controle este nível crítico ocorreu entre 288 e 312 horas (12 e 13 dias) de armazenamento sob refrigeração, com teores de amido de cerca de 43,80 mg g⁻¹ MS.

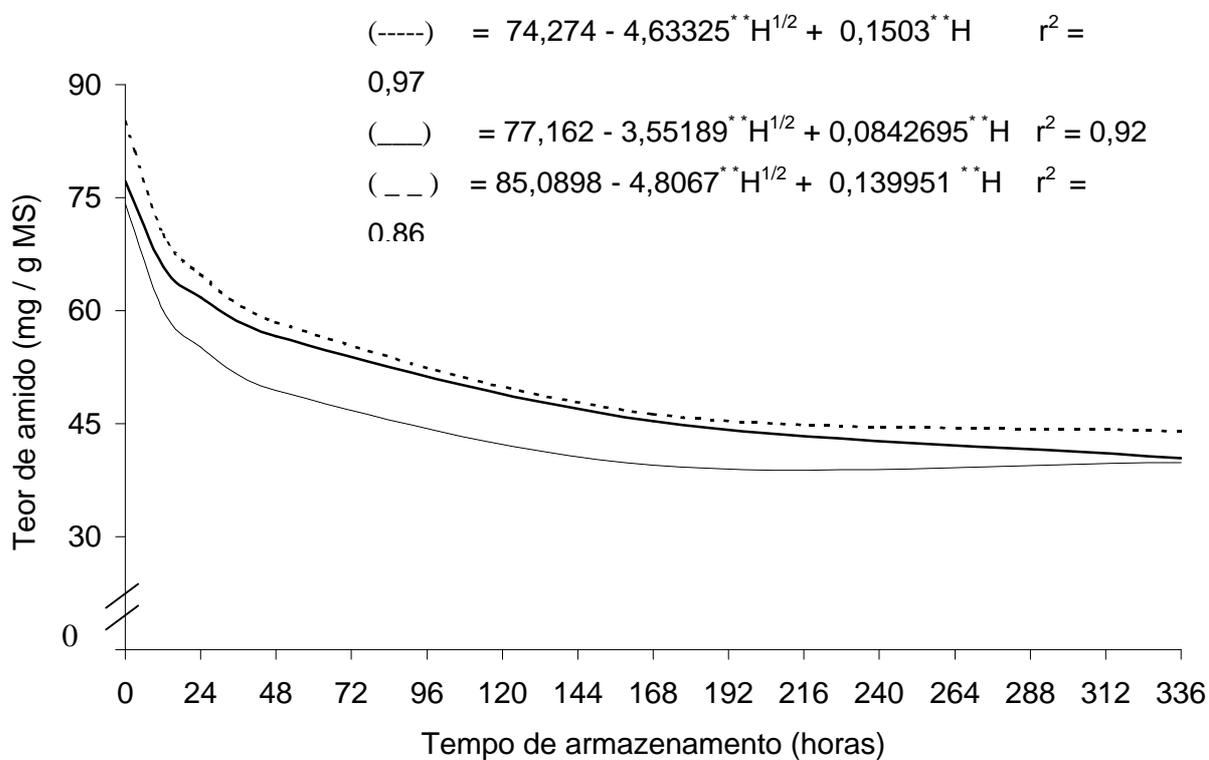


Figura 9 - Estimativa dos teores de amido em flores de inflorescências de brócolis submetidos aos tratamentos controle (---), pré-resfriamento (—) e embalagem com filme de PVC (.....) em função do tempo de armazenamento a 5°C e 85% UR. Viçosa - Minas Gerais, 2004.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A embalagem com o filme de PVC foi o melhor tratamento para manter a qualidade (cor e turgidez e teores de clorofila, de açúcares e de amido) do brócolis, prolongando sua vida de prateleira permitindo, assim, produto com características comerciais e nutricionais por um período de até 21 dias, nas condições de temperatura de 5°C e UR de 85% de armazenamento.

Um rolo do filme de PVC de 28 cm X 30 m vendido no varejo custa cerca de R\$ 2,40 e é suficiente para embalar cerca de 40 cabeças de brócolis, sendo o custo do PVC de R\$ 0,06 por cabeça. Além de ser efetivo em prolongar a vida de prateleira do brocolis, o filme de PVC poderia ser uma alternativa para o produtor agregar valor ao seu produto por apresentar baixa relação custo / benefício.

Quanto ao pré-resfriamento com gelo picado por 1,5 horas após a colheita, observou-se que foi efetivo em reduzir, parcialmente, a perda de massa durante as primeiras 24 horas de armazenamento e o consumo de amido em até 7 dias. Porém no terceiro dia de armazenamento pós-colheita, o produto já perdeu seu valor comercial, com perda da turgidez e início de amarelecimento.

Considerando o Brasil como País tropical, o pré-resfriamento com gelo picado poder-se-ia tornar operação onerosa, principalmente em nível de pequeno produtor, devido ao investimento inicial elevado para a aquisição do equipamento e o gasto de energia para produção e manutenção do gelo.

Durante a realização deste trabalho, observou-se que a UR de 85% não foi suficiente para evitar a desidratação e murcha das inflorescências não envolvidas com filme de PVC, com conseqüente perda da qualidade do brócolis. Segundo LUENGO (2001), a UR ideal para armazenamento de brócolis deve estar entre 90 e 95%; porém câmaras equipadas com umidificadores são de custo elevado, portanto o uso de filmes seria mais adequado para conservação da qualidade do brócolis armazenados sob condições estressantes de UR baixa.

5. CONCLUSÕES

O pré-resfriamento por 1,5 horas após colheita das inflorescências foi efetivo em reduzir a perda de massa durante as primeiras 24 horas.

A murcha das inflorescências dos tratamentos controle e pré-resfriamento ocorreram entre o 2º e 3º dia de armazenamento havendo, em média, perda de cerca de 11% de massa fresca em relação ao início do armazenamento.

Houve queda acentuada dos teores de amido e de açúcares solúveis nas primeiras 24 horas pós-colheita, ocorrendo ainda, após este período, consumo de carboidratos, porém de forma menos acentuada.

O filme de PVC, seguido pelo pré-resfriamento com gelo, reduziu o consumo de amido (flores e haste), e de açúcares solúveis (flores) de inflorescências de brócolis armazenadas a 5°C e 85% UR, até o sétimo dia de armazenamento.

Para os tratamentos controle e pré-resfriamento, alterações de cor (amarelecimento) e murchamento das inflorescências levaram a perda do valor comercial no terceiro dia, enquanto que o filme de PVC garantiu a qualidade comercial (visual) por até 21 dias de armazenamento a 5°C e UR de 85%.

A embalagem das inflorescências com filme de PVC foi o melhor tratamento para manter a qualidade (cor, turgescência, teores de clorofila, de amido e de açúcares solúveis) do brócolis armazenado sob refrigeração (5°C e 85% UR).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARANTE, C.V.T., PUSCHMANN, R. Relação entre horário de colheita e senescência em folhas de couve. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.5, p. 25-29, 1993.

ARNON, D.I. Copper enzyme in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p. 411-416, 1949.

BARTH, M.M., ZHUANG, H. Packaging design affects antioxidant vitamin retention and quality of broccoli florets during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**. v. 9, p. 141-150, 1994.

BASTRASH, S., MAKHLOUF, J., CASTAIGNE, F. and WILLENOT, C. Optimal controlled atmosphere conditions for storage of broccoli florets. **Journal of Food Science**. v. 58, n. 360, p. 338-341, 1993.

BEN-YEHOSHUA, S. Transpiration, water stress, and gas exchange. In: WEICHMANN, J. (Ed.). **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel dekker, p. 113-170, 1987.

BRECHT, J.K. & BRECHT, P.E. Effect of small temperature differences on quality of horticultural commodities. **PEB Commodities**, Inc. 8-12-2002.

CORCUFF, R.; ARUL, J.; HAMZA, F.; CASTAIGNE, F.; MAKHLOUF, J. Storage of broccoli florets in ethanol vapor enriched atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**. v. 7, p. 219-229, 1996.

DOWNS, C.; SOMERFIELD, S.D.; DAVEY, M.C. Cytokinin treatment delays senescence but not sucrose loss in harvested broccoli. **Postharvest Biology and Technology**. v. 11, p.93-100, 1997.

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

ENDRES, L.; FINGER, F.L.; MOSQUIM, P.R. Fitormônios e senescência pós-colheita de brócolis. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 29-33, 1999.

ENDRES, L. **Características da senescência Pós-colheita de brócolis (Brassica oleracea L. var. itálica cv. Piracicaba Precoce)**. 1996. 60 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

FINGER, F.L.& VIEIRA, G. Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas. Cadernos Didáticos, 19, 29 p. **Editora UFV**, Viçosa- MG, 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. Hot-water dips extend the shelf life of fresh broccoli. **HortScience**. v. 30, n. 5, p. 1054-1057, 1995.

FUNAMOTO, Y.; YAMAUCHI, N.; SHIGYO, M. Involvement of peroxidase in chlorophyll degradation in stored broccoli (*Brassica oleracea* L.) and inhibition of the activity by heat treatment. **Postharvest Biology and Technology**. v. 28, p. 39-46, 2003.

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

HAN, S.S. Growth regulators delay foliar chlorosis of easter lily leaves. **Journal of American society for Horticultural science**. v. 120, p. 254-258, 1995.

HUBER, D.J. Postharvest senescence: na introduction to the symposium. **HortScience**, v.22, p. 853-854, 1987.

IZUMI, H.; WATADA, A.E.; DOUGLAS, W. Optimum O₂ or CO₂ atmosphere for storing broccoli florets at various temperatures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 121, n.1, p. 127-131, 1996.

JACOBSSON, A.; NIELSEN, T.; SJOHOLM,I.; WENDIN,K. Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli. **Food Quality and Preference**. v.15, p. 301-310, 2004.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**. v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

KING, G.A.; MORRIS, S.C. Early compositional changes during postharvest senescence of broccoli. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 119, n. 5, p. 1000-1005, 1994.

KLIEBER, A.; JEWELL, L.; SIMBEYA, N. Ice or an ice-replacement agent does not improve refrigerated broccoli storage at 1°C. **HortTechnology**. v. 3, p. 317-318, 1993.

LEJA, M., MARECZEK,A., STARZYNASKA,A. ROZ,S. Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. **Food Chemistry**. v. 72, p. 219-222, 2001.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in enzymology**. v. 148, n.22, p. 350-382, 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, p. 854-859, 1987.

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

MAKHLOUF, J., CASTIAGNE, F., ARUL, J., et al. Long-term storage of broccoli under controlled atmosphere. **HortScience**, v. 24, p. 637-639, 1989.

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.

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

NISHIKAWA, F.; IWAMA, T.; KATO, M.; HYODO, H.; IKOMA, Y., YANO, M. Effect of sugars on ethylene synthesis and responsiveness in harvested broccoli florets. **Postharvest Biology and Technology**. v. 36, p.157–165, 2005a.

NISHIKAWA, F., KATO, M., HYODO, H., IKOMA, Y., SUGIURA, M., YANO, M. Effect of sucrose in ascorbate level and expression of genes involved in ascorbate biosynthesis and recycling pathway in harvested broccoli florets. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 56, p. 65–72, 2005b.

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.

RIJ, R.E. & ROSS, S.R. Quality retention of fresh broccoli packaged in plastic films of defined CO₂ transmission rates. **Packaging technology**, 17 (3), p. 22-30, 1987.

RUSHING, J.W. Cytokinins affect respiration, ethylene production, and chlorophyll retention of packaged broccoli florets. **HortScience**, v. 25, p. 88-90, 1990.

SHEWFELT, R.L., BATAL, K.M and HEATON, E.K. Broccoli storage: effect of N⁶-benzyladenine, packaging and icing on the color of fresh broccoli. **Journal Food Science**. v. 48, p. 1594-1597, 1983.

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.

TAKEDA, Y.; YOZA, K.I.; NOGATA, Y.; OHTA, H. Effects of storage temperatures on polyamine content of some leafy vegetables. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 62, p. 425-430, 1993.

TOIVONEN, P.M.A. The effects of storage temperature, storage duration, hydro-cooling, and micro-perforated wrap on shelf life of broccoli (*Brassica oleracea* L., *Italica* Group). **Postharvest Biology and Technology**. v. 10, p. 59-65, 1997.

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.

WATANABE, K.; KAMO, T.; NISHIKAWA, F.; HYODO, H. Effect of methyl jasmonate on senescence of broccoli florets. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 69, n. 5, p. 605-610, 2000.

WHITELOCK, D.P., BRUSEWITZ, G.H., SMITH, M.W., ZHANG,X.H. Humidity and air flow during storage affect peach quality. **HortScience**. v. 29, p. 798-801, 1994.

YAMAUCHI, N., WATADA, A.E. Chlorophyll and xanthophylls changes in broccoli florets stored under elevated CO₂ or ethylene-containing atmosphere. **HortScience**. v. 33, p. 114-117, 1998.

ZAGORY, D. and KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**. v. 42 : 70-77, 1988.

ZHUANG, H., HILDEBRAND, D.F., BARTH, M.M. Temperature influenced lipid peroxidation and deterioration in broccoli buds during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**. v. 10, p. 49-58, 1997.

APÊNDICE

Resumo das análises de variância de perda de massa fresca (PMF), teor de clorofila total (TCT), teor de açúcares solúveis totais (TAST) e teor de amido (TA) nas flores e hastes de inflorescência de brócolis, como variável dos tratamentos controle, pré-resfriamento com gelo e filme de PVC, durante o armazenamento a 5°C e 85% UR, e os respectivos coeficientes de variação (C.V. %)

FV	GL	Quadrados Médios					
		PMF	TCT	TAST (flores)	TAST (haste)	TA (flores)	TA (haste)
Tratamento	2	2223,4410	17069,0000	1082,1928	2555,2610	347,5723	193,9621
Resíduo (A)	9	1,4244	2097,6080	43,9369	465,9845	6,6163	5,5501
Tempo	4	1954,6630	6431,1460	589,5603	14487,4600	3127,4100	131,6270
Tratamento x Tempo	8	459,0847	1213,6260	84,2857	101,1429	40,7222	10,4837
Resíduo	36	0,8889	1160,9050	49,0356	457,1887	22,2296	7,8612
C.V. (%)		8,14	16,98	7,33	8,38	8,12	8,14