

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DUAS CULTIVARES DE CEBOLA ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO

## PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF TWO CULTIVARS OF ONION DURING REFRIGERATED STORAGE

Lidiane Batista Muniz<sup>1</sup>, Celso Luiz Moretti<sup>2</sup>, Leonora Mansur Mattos<sup>2</sup>,  
Patrícia Gonçalves Baptista de Carvalho<sup>2</sup> e Cleneide Oliveira Melo<sup>1</sup>

### RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi caracterizar física e quimicamente cultivares de cebola CNPH 6400 e Ótima durante o armazenamento refrigerado. Bolbos foram colhidos, submetidos à cura, selecionados e, em seguida armazenados por 60 dias. A cada 10 dias, analisou-se perda de massa fresca, firmeza, cor, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT) e pungência. Observou-se, durante o armazenamento, aumento de 3% e 2% para perda de massa fresca, 57% e 50% para brilho, 6% e 22% para redução de firmeza, 16% e 12% para SST e 28% e 14% para ATT nas cvs CNPH 6400 e Ótima, respectivamente. Verificou-se ainda, valores maiores de  $a^*$  para CNPH 6400 e maiores valores de  $b^*$  para Ótima. Ao final do armazenamento, a pungência foi 2 vezes maior na CNPH 6400 em relação à Ótima. Concluiu-se que

as cebolas tiveram alterações significativas em suas características, sendo estas dependentes da cultivar e do tempo de armazenamento.

**Palavras-chave:** *Allium cepa* L., bolbos de cebola, qualidade, refrigeração.

### ABSTRACT

The objective of this research was to compare bulb physical and chemical characteristics of onion cvs. CNPH 6400 and Ótima during refrigerated storage. Bulbs were collected, subjected to a cure, selected, and then stored for 60 days. Every 10 days, we analyzed weight loss, firmness, color, total soluble solids (SST), total acidity (ATT) and pungency. It was observed during storage, increased 3% and 2% weight loss, 57% and 50% for brightness, 6% and 22% reduction of firmness, 16% and 12% for SST and 28% and 14% for ATT in CNPH 6400 and Ótima cvs, respectively. Higher  $a^*$  values were found for cv. CNPH 6400 while cv. Ótima had higher  $b^*$  values. At the end of the storage period, the pungency was 2 as often greater in the cv. CNPH 6400 in relation to the cv. Ótima. It was concluded that the onions suffered significant changes in their physical and chemical characteristics which were dependent on the cultivar analyzed and storage time elapsed.

**Keywords:** *Allium cepa* L., onion bulbs, quality, refrigeration.

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição, Programa de Pós-graduação em Nutrição Humana, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília-DF. E-mail: lmuniz@cnph.embrapa.br; coliveiramelo@gmail.com

<sup>2</sup>Embrapa Hortaliças, Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rod. BR 060, km 09, Caixa Postal 218, 70359-970, Brasília-DF. moretti@cnph.embrapa.br; leonora@cnph.embrapa.br; patricia@cnph.embrapa.br

**Recepção/Reception:** 2011.07.13  
**Aceitação/Acception:** 2012.03.27

## INTRODUÇÃO

A importância econômica da cebola tem aumentado sensivelmente nos últimos anos, pelo seu uso generalizado como especiaria. De fato, o Brasil é um dos países que mais consome cebola no mundo, sendo a maior parte comercializada na forma de temperos ou processada, embora o consumo *in natura*, na forma de saladas, venha crescendo gradativamente (Boeing, 2002; Oliveira e Boiteux, 2004; Lorin *et al.*, 2009).

A capacidade que esta hortaliça possui de apresentar poucas alterações nas suas características químicas e físicas durante o armazenamento, determina sua potencialidade comercial e aceitabilidade, uma vez que minimiza as perdas pós-colheita (Maia *et al.*, 2000).

No Brasil, com os padrões tradicionais de colheita, manipulação e armazenamento de cebola, as perdas anuais por deterioração chegam a 50%. Para reduzir tais perdas a níveis aceitáveis, o produto deve ser resfriado e mantido em determinadas condições adequadas que proporcionem um correto balanço de custo versus qualidade (Neves Filho, 2002).

A qualidade pós-colheita relaciona-se ao conjunto de atributos ou propriedades físicas e químicas que tornam os produtos agrícolas apreciados como alimento. Tais atributos, por sua vez, são determinados, pela cultivar, por tratamentos na pré e pós-colheita e pela época adequada da colheita, que visam principalmente garantir a manutenção da qualidade química e integridade física dos bolbos (Finger e Casali, 2002). Esses fatores também são importantes na seleção da cultivar e aceitação pelo mercado consumidor; seja *in natura*, processamento ou até mesmo para armazenamento (Granjeiro *et al.*, 2008).

Entre as características físicas e químicas utilizadas para avaliar a qualidade pós-colheita de hortaliças, destacam-se os atributos perda de massa fresca, cor, firmeza, sólidos solúveis totais, acidez titulável total, pungência e pH (Chitarra e Chitarra, 2005).

Os atributos físicos e químicos desta hortaliça são variáveis (Maia *et al.*, 2000) e sua qualidade está intimamente ligada à aparência externa e às características pós-colheita que a torna apreciada como alimento. Algumas modificações químicas, como alteração no teor de água e teor de compostos relacionados ao sabor (Uddin e MacTavish, 2003) estão relacionadas a essa aceitação.

Apesar da importância econômica da cebola e do seu elevado consumo por todo o País, existe uma lacuna na literatura consultada no que diz respeito à avaliação de materiais nacionais para consumo fresco e nas alterações físicas e químicas, sobretudo no que diz respeito à variação dos atributos de qualidade quanto ao potencial de cultivares para armazenamento. Desta forma, o presente trabalho objetivou caracterizar química e fisicamente cebolas frescas, durante o armazenamento refrigerado por 60 dias.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Os bolbos de cultivares de cebola CNPH 6400 e Ótima, destinadas ao consumo *in natura*, foram colhidos no ponto ótimo de maturidade, em campos de produção experimental da Embrapa Hortaliças em Brasília-DF. Após a colheita e cura à sombra por 3 dias, os bolbos foram transportados para o Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Hortaliças e selecionados quanto à cor, tamanho, formato e presença de danos mecânicos ou causados por insetos e doenças. Bolbos fora das especificações descritas foram descartados. As cebolas foram separadas e colocadas em bandejas de isopor contendo aproximadamente 10 bolbos cada e armazenadas em câmara fria, mantidas à  $5 \pm 1$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR por 60 dias. A cada dez dias, os bolbos armazenados foram avaliados quanto à qualidade física e química.

## Análises físicas e químicas

### *Perda de massa fresca*

A medida da perda de massa fresca foi obtida por meio da diferença entre as pesagens das embalagens de isopor contendo o produto em cada intervalo de tempo e o tempo zero, sendo o resultado expresso em porcentagem, de acordo com Finger *et al.* (1999). Para efetuar a pesagem foi utilizada uma balança eletrônica (FILIZOLA, BP6, Campo Grande, Brasil).

### *Firmeza*

A firmeza foi determinada com auxílio de um penetrômetro de bancada (SAMMAR, FT327, Milão, Itália), segundo Lancaster, Farrant e Shaw (2001) com modificações. Utilizou-se ponta de prova de 5 mm de diâmetro. Foram realizadas três medidas na região equatorial dos três bolbos selecionados aleatoriamente, obtendo-se a pressão requerida à penetração em kgf. As leituras foram convertidas em Newton.

### *Cor*

As variações de cor externa nos bolbos foram avaliadas por colorimetria  $L^*a^*b^*$ , com colorímetro eletrônico (MINOLTA, Cr 200 b, Osaka, Japão) de acordo com Minolta Corp (1994). Neste sistema de representação de cor, os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  descrevem a uniformidade da cor no espaço tridimensional, em que o valor  $L^*$  corresponde a quão claro ou quão escuro é o produto analisado (0: preto; 100: branco), os valores de  $a^*$  correspondem à escala do verde ao vermelho ( $a^*$  negativo, verde;  $a^*$  positivo, vermelho) e os valores de  $b^*$  correspondem à escala do azul ao amarelo ( $b^*$  negativo, azul;  $b^*$  positivo, amarelo).

### *Sólidos solúveis totais (SST)*

A determinação dos sólidos solúveis totais foi realizada por refratometria segundo o método 983.17 da AOAC (2005) por leitura direta em refratômetro digital (ATAGO,

PR-101, Tokyo, Japão). Os resultados foram expressos em °Brix.

### *Acidez titulável total (ATT)*

A determinação da acidez titulável total foi realizada pelo método de volumetria 942.15 da AOAC (2005). Procedeu-se à titulação com NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup> até pH 8,2 em titulador automático (QUIMIS, Q799-D2, São Paulo, Brasil), onde considerou-se que todo o ácido pirúvico, ácido orgânico predominante em cebolas, tenha sido titulado. A acidez da solução foi expressa em miliequivalentes de ácido pirúvico por kg de massa fresca.

### *Pungência*

A pungência foi estimada usando reagente 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH) pelo método descrito por Schwimmer e Weston (1961), modificado por Anthon e Barrett (2003). Este método determina, por espectrofotometria, a quantidade total de 2,4-dinitrofenilhidrazina que reage com grupos carbonilas e avalia o desenvolvimento enzimático do ácido pirúvico como medida do grau de pungência em cebolas. As absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro (HITACHI, U-1100, Tokyo, Japão) a 420 nm.

### *Análise estatística*

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 14 tratamentos arranjados em esquema fatorial 2 x 7 (2 cultivares e 7 tempos de armazenamento), com quatro repetições (n = 1200 g). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Foi utilizado o *software Statistica* versão 5.0 (Statsoft®).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **Perda de massa fresca**

Foi observada perda de massa fresca em ambas as cultivares durante todo o arma-

zenamento sob refrigeração. Não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cebolas analisadas ao longo do experimento. Verificou-se, ainda, que, após sessenta dias de armazenamento, a perda de massa fresca foi de 3% em cebolas CNPH 6400 e 2% em cebolas Óptima em relação ao início do experimento (Figura 1).

De acordo com Simão (1969), armazenamento de cebolas em baixa temperatura e umidade relativa elevada causa uma perda aproximada de 9% na massa fresca após 136 dias. Miguel e Durigan (2007) observaram que quanto maior o tempo de armazenamento sob refrigeração ( $10 \pm 2$  °C, 68% UR), maior a perda de massa fresca da cv. Superex. Após 91 dias, houve uma perda de 2% em relação ao início do experimento. Neste estudo, foram observados valores intermediários de perda de massa fresca nas cultivares CNPH 6400 e Optima submetidas à temperatura de  $5 \pm 1$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR por 60 dias. Armazenamento prolongado de bolbos de cebolas requer bom controle ambiental para prevenir degradação e garantir fornecimento para o mercado (Miguel e Durigan, 2007).

A perda de massa fresca média diária, para ambas as cebolas analisadas, foi de 0,1% durante todo o período em que os bolbos foram armazenados sob refrigeração. Esta perda corresponde à desidratação, à respiração e ao envelhecimento progressivo dos bolbos, mesmo refrigerados (Dieckmann, List e Zache, 1993; Miguel e Durigan, 2007). A redução da massa fresca resulta não somente em alterações quantitativas, mas também em alterações qualitativas na aparência, textura (Kader, 2002).

As alterações na qualidade pós-colheita da cebola, que dificultam a sua conservação, são decorrentes da perda de água, brotação, enraizamento e deterioração (Santos e Araújo, 1993). Aos sessenta dias do presente experimento, ocorreu brotação somente para alguns dos bolbos da cebola CNPH 6400. Isto se deve, provavelmente, ao término do estágio de dormência interna, o que está de acordo com Coelho (1975), que cita que a condição de dormência decresce com o maior período

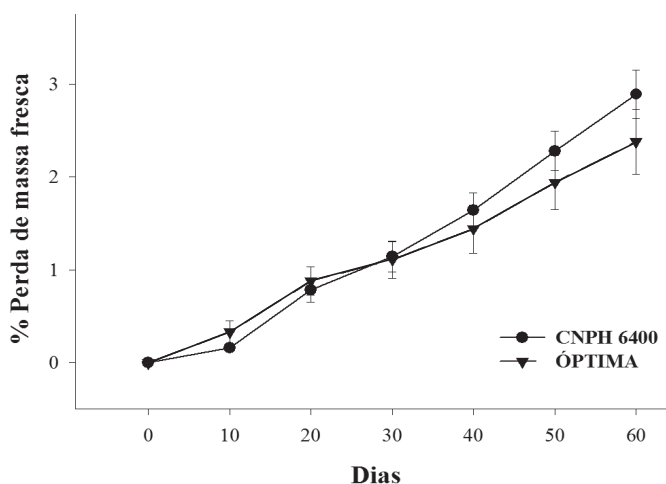
de armazenamento; e com Jones e Mann (1963) que citam ser o período de dormência da cebola relativamente curto. Para Miranda, Bilhalva e Silveira Júnior (1996), o armazenamento refrigerado reduz o grau de brotamento nos bolbos, portanto a temperatura tem efeito direto sobre a dormência e vida dos bolbos de cebola (Komochi, 1990).

### Firmeza

Observou-se diminuição da firmeza dos bolbos das cebolas CNPH 6400 e Óptima, durante todo o experimento. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares estudadas no início, aos dez e aos sessenta dias de armazenamento sob refrigeração. Verificou-se, ainda, que a cv. Óptima obteve valores 1% maiores no início do experimento em relação à cv. CNPH 6400 (Figura 2).

Ferreira e Minami (2000) avaliaram a qualidade de cebolas de origem e coloração de cascas diferenciadas armazenadas à temperatura de 25 °C durante 60 dias. Os autores observaram que o atributo firmeza para as cultivares Serrana, Régia e Crioula diminuiu ao final do experimento e que bolbos da cebola Crioula (casca marrom escura) foram mais firmes em relação às demais cultivares analisadas. No presente estudo, ao contrário, foi verificado que a cv. Óptima (casca clara) apresentou tendência a bolbos mais firmes, quando submetidos à refrigeração, em relação à cv. CNPH 6400 (casca marrom avermelhada escura).

Os resultados obtidos nesse experimento estão de acordo com o encontrado por Chope, Terry e White (2006), que observaram uma redução na firmeza de bolbos de cebolas SS1, Ailsa Craig e Renate armazenados sob temperatura de  $2 \pm 1$  °C durante 81, 129 e 230 dias, respectivamente. A maior queda desse atributo ocorreu entre o início do armazenamento e a data da primeira avaliação dos bolbos (14, 26 e 40 dias, respectivamente). Por outro lado, Lima *et al.* (2006) destacaram que as condições de temperatura e umidade relativa às quais os bolbos da cultivar Botucatu 150 foram submetidos, bem como o período de 63 dias de armazenamento, não

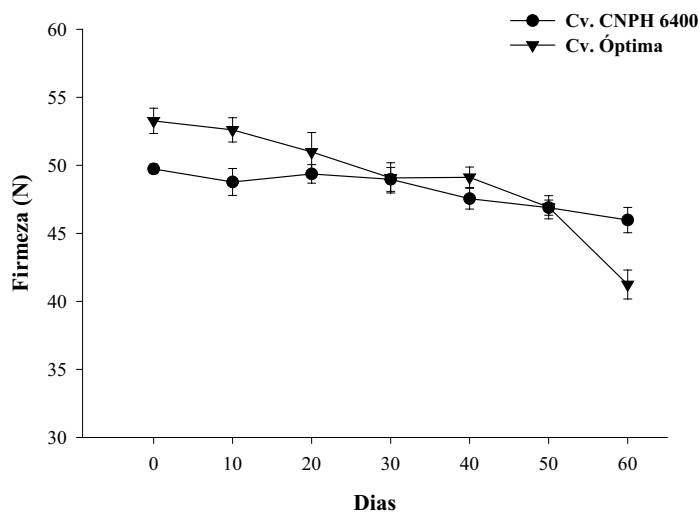


**Figura 1** - Percentual da perda de massa fresca em cebolas CNPH 6400 e Óptima frescas armazenadas à  $5 \pm 1$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR por 60 dias. Barras verticais representam o desvio padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, 2010.

resultaram em mudanças significativas no atributo firmeza.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o turgor é diminuído quando o tecido perde água ou morre. Para as cebolas analisadas neste estudo, a perda de massa fresca durante o trata-

mento (Figura 1) afetou significativamente a textura dos bolbos durante o armazenamento. Frutas e hortaliças perdem seu frescor típico e firmeza característica quando são expostos ao armazenamento sob refrigeração, até mesmo por curtos períodos (Beerli, Vilas Boas e Pic-



**Figura 2** - Firmeza de cebolas CNPH 6400 e Óptima frescas armazenadas à  $5 \pm 1$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR por 60 dias. Barras verticais representam o desvio padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, 2010.

coli, 2004). Segundo Coelho (1994), a firmeza das hortaliças diminui com a maturidade e é uma característica física que interfere na aceitabilidade do produto pelo consumidor.

### Cor

Verificou-se aumento do brilho das cebolas CNPH 6400 (57%) e Óptima (50%) durante os 60 dias de armazenamento sob refrigeração. Apesar de não haver diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares, foram observados valores de  $L^*$  ligeiramente maiores para os bolbos da cv. Óptima, o que representa uma coloração mais clara desta cultivar (Figura 3a).

Miguel e Durigan (2007) analisaram a cor da cv. Superex armazenada sob refrigeração por 91 dias ( $10 \pm 2$  °C, 68% UR) e perceberam que, quanto maior o tempo de armazenagem, maior o brilho da cebola estudada, chegando a valores 1,1% maiores ao final do experimento. Resultados similares foram encontrados no presente estudo para as cvs. CNPH 6400 e Óptima.

A perda de massa fresca afeta significativamente o brilho dos vegetais (Ward e Nussinovitch, 1996; Jha e Matsuoaka, 2002). Isto foi confirmado no presente estudo, onde foi constatada relação entre a perda de massa fresca e valores inferiores do atributo brilho na cebola CNPH 6400.

Verificou-se que, ao final do armazenamento, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para a variável  $a^*$  entre ambas as cultivares. Ela foi 2 vezes maior na cv. CNPH 6400 do que na cv. Óptima, condizente com a coloração vermelha dos bolbos da primeira (Figura 3b). Por outro lado, observou-se uma redução da variável  $b^*$  em ambas as cultivares. Apesar de não haver diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre elas, os valores foram ligeiramente maiores para a cv. Óptima, indicando tendência desta cultivar para bolbos com coloração amarela clara (Figura 3c).

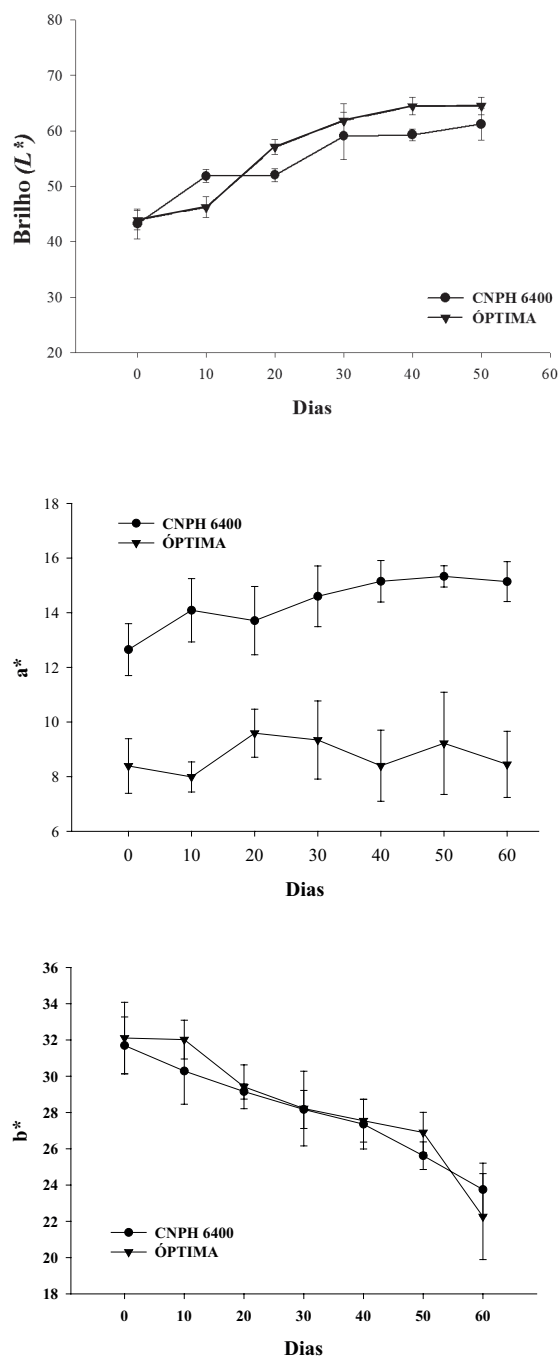
### Sólidos solúveis totais (SST)

Uma tendência de redução dos sólidos solúveis totais foi observada em ambas as cul-

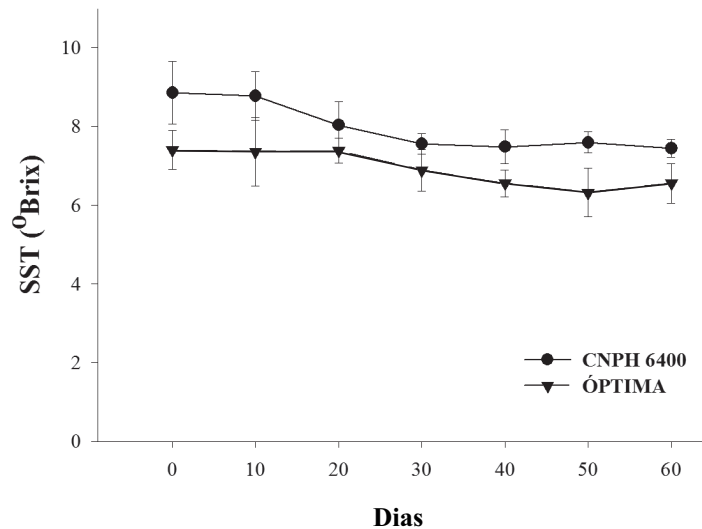
vares, durante os 60 dias de armazenamento. Ao final do experimento, foram observados teores menores de SST para a cv. CNPH 6400 (16%) do que para a cv. Óptima (12%) em relação ao início do armazenamento refrigerado, porém essa diferença não foi significativa (Figura 4).

Os valores de sólidos solúveis totais para a cv. CNPH 6400 (8,9 °Brix) no início desse experimento (Figura 4) foram similares aos encontrados por Chagas, Resende e Pereira (2004) quando analisaram as cultivares Granex 33 (8,6 °Brix) e Texas Grano 502 (8,2 °Brix) e semelhantes aos encontrados por Miguel e Durigan (2007) avaliando a cv. Superex (8,4 °Brix), mas inferiores aos teores das cvs. Pira Ouro, Crioula, Baia Piriforme e Jubileu, com variações de 10,4 a 10,6 °Brix. Dhumal, Datir e Pandey (2007), analisando características químicas em diferentes cultivares de cebola, observaram teor elevado de SST em cebola vermelha como a cv. N-2-4-1 (13,3 °Brix) quando comparada à cebola amarela como a B-780 (12,8 °Brix) ou à cebola branca como a Phule Safed (11,3 °Brix). Granjeiro *et al.* (2008) avaliaram 18 cultivares de cebola e observaram que houve uma variação de 6,67 a 11,6 °Brix. Os autores encontraram valores de 8,7 °Brix para a cv. CNPH 6400 chata, 11,1 °Brix para a cv. CNPH 6400 redonda, 6,7 °Brix para a cv. Granex 429, 11,3 °Brix para a cv. Crioula Alto Vale, 7,5 °Brix para a cv. Régia e 9,2 °Brix para a cv. Alfa São Francisco. No entanto, Schünemann *et al.* (2006) avaliaram 18 variedades de cebolas e encontraram teores de sólidos solúveis totais entre 6,1 e 11,0 °Brix, com valores similares para a cv. CNPH 6400 chata (8,9 °Brix) e a cv. CNPH 6400 redonda (8,8 °Brix). Segundo Carvalho (1980), os valores dos sólidos solúveis totais em cebolas podem oscilar de 5 a 20%, portanto os resultados encontrados neste estudo se encaixam dentro dessa faixa. Para Granjeiro *et al.* (2008), o alto teor de sólidos solúveis totais está ligado à alta pungência e à boa qualidade de armazenamento.

Miranda, Bilhalva e Silveira Júnior (1996), ao analisarem cebolas da cv. Petrolini sub-



**Figura 3** - Cor de cebolas CNPH 6400 e Óptima frescas armazenadas à  $5 \pm 1$  C e  $85 \pm 5\%$  UR por 60 dias. Barras verticais representam o desvio padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, 2010. Onde: 3a (brilho L\*), 3b (a\*) e 3c (b\*).



**Figura 4** - Sólidos solúveis totais de cebolas CNPH 6400 e Óptima frescas armazenadas à  $5 \pm 1$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR por 60 dias. Barras verticais representam o desvio padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, 2010.

metidas ao armazenamento à 0 °C e  $90 \pm 5\%$  UR por 6 meses, observaram redução dos teores de sólidos solúveis totais. Já Miguel e Durigan (2007) observaram que os teores de sólidos solúveis totais não foram afetados pelo armazenamento refrigerado. Segundo Calbo, Gualberto e Carvalho (1979) e Garcia *et al.* (1977), valores baixos de temperatura de armazenamento e altos teores de sólidos solúveis totais estão associados com o repouso e a dormência dos bulbos, portanto contribuem para a grande capacidade de armazenamento da cebola.

De acordo Pike (1986), a qualidade de armazenamento é extremamente importante em cebola quando os bulbos são mantidos por um longo período de tempo sob condições controladas, pois interfere na qualidade e no teor de sólidos solúveis totais. Segundo Beerli *et al.* (2004), a redução dos teores de sólidos solúveis totais durante o armazenamento ocorre, provavelmente, devido ao consumo de substratos no metabolismo respiratório, sendo característica de reações

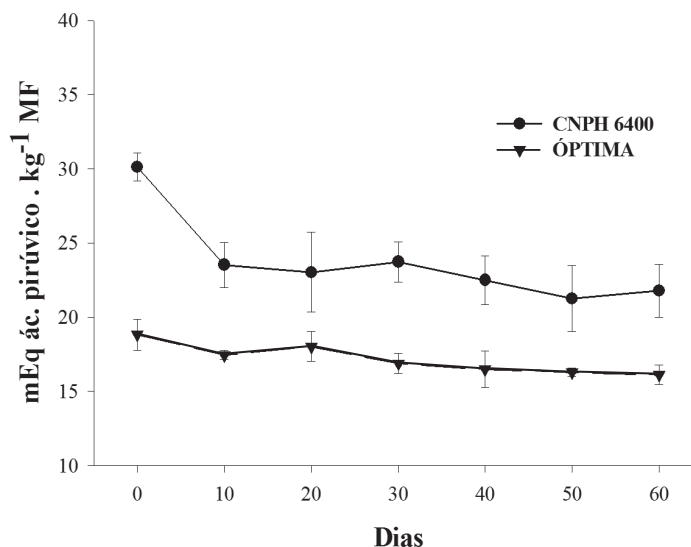
catabólicas de senescência. A perda de massa fresca para a cv. CNPH 6400 foi mais acentuada durante todo o experimento sob refrigeração (Figura 1), o que pode explicar teores de SST ligeiramente superiores nesta cultivar (Figura 4).

#### Acidez titulável total (ATT)

Observou-se uma tendência de redução do teor de ácidos orgânicos durante todo o armazenamento em ambas as cultivares. O teor de ácidos orgânicos da cv. CNPH 6400 foi significativamente maior em relação à cv. Óptima. Após 60 dias de armazenamento, a ATT foi 35% maior em cebolas CNPH 6400 em relação às cebolas Óptima. Importante ressaltar ainda que, ao final do armazenamento, a perda de acidez titulável total para a cv. CNPH 6400 foi de 28%, enquanto que para a cv. Óptima foi de 14% (Figura 5).

Miguel e Durigan (2007), ao contrário, observaram que a acidez titulável total da cv.





**Figura 5** - Acidez titulável total de cebolas CNPH 6400 e Óptima frescas armazenadas à  $5 \pm 1$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR por 60 dias. Barras verticais representam o desvio padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, 2010.

Superex não foi afetada pelo armazenamento refrigerado ( $10 \pm 2$  °C, 68% UR).

Os resultados obtidos, para a cv. CNPH 6400 (30,1 mEq ac. pirúvico.kg<sup>-1</sup>) e a cv. Óptima (18,8 mEq ac. pirúvico.kg<sup>-1</sup>) no início desse experimento estão de acordo com Chagas, Resende e Pereira (2004), que verificaram teores elevados dos ácidos orgânicos nas cebolas vermelho amarelas como Crioula, Pira Ouro, Baía Piriforme e Jubileu (35,8; 42,1; 34,7; 35,0 mEq ac. pirúvico.kg<sup>-1</sup>, respectivamente) e nas cvs. amarelas Granex 33 e Texas Grano 502 (22,2 e 21,6 mEq ac. pirúvico.kg<sup>-1</sup>, respectivamente).

Os teores de ácidos orgânicos, geralmente, decrescem após o amadurecimento, a colheita e durante o armazenamento devido à oxidação para produção de energia no ciclo de *Krebs* (Fennema, 1985). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as hortaliças perdem rapidamente a acidez com o amadurecimento, e este atributo de qualidade pode ser utilizado, em conjunto com a doçura, como indicativo do grau de maturação.

### Pungência

Verificou-se aumento da pungência durante o armazenamento refrigerado das cultivares estudadas (Figura 6). Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre ambas, com exceção do período de 10 a 20 dias. Após 60 dias, a pungência foi 5 vezes maior em cebolas CNPH 6400 e 4 vezes maior em cebolas Óptima, em relação ao início do experimento. Foi observado ainda que, no final do experimento, a pungência da cv. CNPH 6400 era 2 vezes maior que a da cv. Óptima.

Os valores obtidos para pungência durante o armazenamento sob refrigeração (Figura 6) estão de acordo com Dhumal, Datir e Pandey (2007). Esses pesquisadores encontraram pungência de 5,9 e 3,3  $\mu\text{mol}$  ácido pirúvico.g<sup>-1</sup> para as cvs. B-780 e Phule Safed, respectivamente.

Segundo Randle (1997), a composição química e as características sensoriais de sabor, cor e odor dependem mais do fator genético (cultivar) do que das condições de cultivo de solo, porém a composição química

do bulbo e a intensidade do sabor são também dependentes das condições do meio de desenvolvimento da planta, ao longo do seu ciclo vegetativo.

Segundo Dhumal, Datir e Pandey (2007), as cebolas são classificadas como de pungência baixa/doce (0 a 3  $\mu\text{mol}$  ác. pirúvico. $\text{g}^{-1}$ ), pungência média (3 a 7  $\mu\text{mol}$  ác. pirúvico. $\text{g}^{-1}$ ) e pungência alta ( $> 7$   $\mu\text{mol}$  ác. pirúvico. $\text{g}^{-1}$ ). Ambas as cultivares analisadas neste estudo foram classificadas como de pungência doce no início do armazenamento, com mudança para pungência média no final do experimento. Segundo Crowther *et al.* (2005), cebolas com menor pungência são desejáveis quando forem destinadas para o mercado *in natura*, já que esta característica é fator limitante para esse tipo de consumo. Apesar da pungência nas cebolas Ótima ser menor em relação à cv. CNPH 6400, ambas demonstraram potencialidade para consumo *in natura* durante todo o experimento.

A elevação da pungência observada durante o armazenamento está de acordo com os dados observados por Bacon *et al.* (1999) para as cultivares de cebola Hysam e Grano de Oro armazenadas à 0 °C. Uddin e Mac-tavish (2003) e Kopsell, Randle e Eiteman (1999) verificaram o mesmo comportamento em diversas cultivares de cebolas armazenadas à 5 °C por períodos variados. Por outro lado, Chope, Terry e White (2006) observaram aumento no teor de ácido pirúvico ao longo do armazenamento para as cvs. Renate e SS1, enquanto na cv. Alisa Craig houve decréscimo da concentração deste ácido sob as mesmas condições de armazenamento. Tal fato indica que o comportamento da pungência em cebolas sob armazenamento refrigerado é dependente da cultivar.

De acordo com Bacon *et al.* (1999), na família *Alliaceae*, a maior parte do enxofre é armazenado na forma de derivados de aminoácidos não protéicos. Esse enxofre é obtido do solo e, portanto, após a colheita, nenhum aumento adicional ocorre. O aumento observado nos níveis de precursores sulfúricos durante o armazenamento deve,

portanto, ser resultado de um rearranjo do enxofre total no interior do bulbo da cebola para formar o precursor do l-propenil-L-cisteína sulfóxido.

O alto teor de sólidos solúveis totais está ligado à alta pungência e à boa qualidade de armazenamento dos bolbos (Chagas, Resende e Pereira, 2004). Isto foi verificado na cv. CNPH 6400, que apresentou teores ligeiramente maiores de sólidos solúveis totais e de pungência do que a cv. Ótima (Figuras 4 e 6). A acidez elevada é considerada desejável para a industrialização das cebolas, uma vez que, expressa em porcentagem de ácido pirúvico, é um parâmetro utilizado para medir o grau de pungência (sabor e aroma). Segundo Chagas, Resende e Pereira (2004), os bolbos de cebola que apresentarem esses teores elevados são considerados de melhor qualidade para a desidratação, sendo que parte dos compostos aromatizantes são perdidos durante esse processo.

## CONCLUSÕES

Nas condições experimentais deste trabalho, verificou-se que o armazenamento sob refrigeração de bolbos das cvs. CNPH 6400 e Ótima influenciou, de forma significativa, algumas das características físicas e químicas avaliadas. Estas alterações foram dependentes da cultivar estudada e do tempo de armazenamento decorrido. As cultivares estudadas apresentaram alterações na sua qualidade física e química, que foram inferiores às observadas para outros materiais descritos na literatura.

Em termos quantitativos (SST, ATT e pungência), as melhores características foram observadas nos bolbos da cebola CNPH 6400, em relação às dos bolbos da cebola Ótima. Tais características credenciam esta cultivar para fins culinários, como especiarias. Por outro lado, a cv. Ótima conservou melhor as características qualitativas (perda de massa fresca, firmeza, brilho), podendo, assim, ser armazenada por períodos maiores.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio financeiro. Aos Drs. Valter Rodrigues Oliveira e Nuno Rodrigo Madeira, pela disponibilidade e apoio no fornecimento das cebolas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anthon, G.E. e Barrett, D.M. (2003) - Modified for the determination of pyruvic acid with DNPH in the assessment of onion pungency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 1210-1213.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists (2005) - *Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists*. 18 ed. Gaithersburg, Maryland, 1298 p.
- Bacon, J.R.; Moates, G.K.; Ng, A.; Rhodes, M.J.C.; Smith, A.C. e Waldron, K.W. (1999) - Quantitative analysis of flavour precursors and pyruvate levels in different tissues and cultivars of onion (*Allium cepa*). *Food Chemistry*, 64, 2: 257-261.
- Beerli, K.M.C.; Vilas Boas, E.V. de B. e Piccoli, R.H. (2004) - Influência de sanificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada. *Revista Ciência Agrotecnologia*, 28, 1: 107-112 p.
- Boeing, G. (2002) - *Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense*. Florianópolis, Instituto CEPA/SC, 88 p.
- Calbo, A.G.; Gualberto, J.A.G. e Carvalho, F.A.L. (1979) - *Estudo do armazenamento de duas cultivares de cebola na unidade armazenadora de Belém do São Francisco*. Brasília, Embrapa, 19 p.
- Carvalho, V.D. (1980) - Características nutricionais, industriais e terapêuticas da cebola. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 6, 62: 71-78.
- Chagas, S.J.R.; Resende, M.R. e Pereira, L.V. (2004) - Características qualitativas de cultivares de cebola no Sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 28, 1: 102-106.
- Chitarra, M.I.F. e Chitarra, A.B. (2005) - *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2ª edição. Lavras, ESAL, 783 p.
- Chope, G.A.; Terry, L.A. e White, P.J. (2006) - Effect of controlled atmosphere storage on abscisic acid concentration and other biochemical attributes of onion bulbs. *Postharvest Biology and Technology*, 39, 3: 233-242.
- Coelho, R.G. (1975) - *Alguns aspectos sobre o armazenamento de bolbos de cebola (*Allium cepa* L.)*. Mimeografado, Viçosa, UFV.
- Coelho, A.H.R. (1994) - *Qualidade Pós-Colheita de Pêssegos*. Informe Agropecuário, 17/180: 31-39.
- Crowther, T.; Collin, H.A.; Smith, B.; Tomsett, A.B.; O'connor, D. e Jones, M.G. (2005) - Assessment of the flavour of fresh uncooked onions by taste panels and analysis of flavour precursors, pyruvate and sugars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1: 112-120.
- Dhumal, K.; Dattar, S. e Pandey, R. (2007) - Assessment of bulb pungency level in different Indian cultivars of onion (*Allium cepa* L.). *Food Chemistry*, 100, 4: 1328-1330.
- Dieckmann, A.; List, D. e Zache, U. (1993) - Cold water mist humidification to preserve the quality of fresh vegetables during retail sale. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 26: 340-346.
- Fennema, O.R. (1985) - *Food Chemistry*. 1ª ed. New York, Marcel Dekke.
- Ferreira, M. D. e Minami, K. (2000) - Qualidade de bolbos de cebola em consequência de tratamentos pré-colheita. *Scientia Agricola*, 57, 4: 693-701.
- Finger, F.L.; Endres, L.; Mosquim, P.R. e Puiatti, M. (1999) - Physiological changes during postharvest senescence of broccoli. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 34, 9: 1565-1569.
- Finger, F.L. e Casali, V.W.D. (2002) - Colheita, cura e armazenamento de cebola. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 23, 218: 93-98.

- Garcia, J.L.M.; Bleinroth, E.W.; Yokomizo, Y. e Shirose, I. (1977) - Comportamento das variedades de cebola de maior comercialização no Brasil quanto ao armazenamento. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 8: 27-53.
- Grangeiro, L.C.; Souza, J. de O.; Aroucha, E.M.M.; Nunes, G.H. de Sousa. e Santos, G.M. (2008) - Características Qualitativas de Genótipos de Cebola. *Revista Ciência Agrotécnica*, 32, 4: 1087-1091.
- Jha, S.N. e Matsuoka, T. (2002) - Non-destructive techniques for quality evaluation of intact fruits and vegetables a review. *Food Science and Technology Research*, 6, 4: 284-285.
- Jones, H.A. e Mann, L.K. (1963) - *Onions and their allies*. London, Leonard Hill, 286 p.
- Kader, A.A. (2002) - Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A.A. (Ed.) - *Postharvest technology of horticultural crops*. 3ª ed. California, University of California, p. 435-461.
- Komochi, S. (1990) - Bulb dormancy and storage. In: Rabinowitch, H.D. e Brewster, J.L. (Eds.) - *Onions and Allied Crops: I Botany, Physiology and Genetics*. Boca Ratan, Florida, US, CRC Press, p. 89-111.
- Kopsell, D. E.; Randle, W. M. e Eiteman, M. A. (1999) - Changes in the S-alk(en)yl cysteine sulfoxides and their biosynthetic intermediates during onion storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124, 2: 177-183.
- Lancaster, J.E.; Farrant, J. e Shaw, M.L. (2001) - Sulphur nutrition affects cellular sulphur, dry weight distribution, and bulb quality in onion. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126: 164-168.
- Lima, M.A.C.; Costa, N.D.; Silva, N.; Trindade, D.C.G. e Azevedo, S.S.N. (2006) - Conservação pós-colheita de cebola 'Botucatu 150' armazenada sob temperatura ambiente. *Horticultura Brasileira*, 24, 1, Suplemento 1 (CD-ROM - Resumos Expandidos do 46º Congresso Brasileiro de Olericultura): 2236-2239.
- Lorin, H.E.F.; Pereira, D.C.; Oliveira, A.C.; Sousa, C.H.; Ribeiro, M.; Moreira, S.; Bernardi, F.E.; Costa, L.A.M. e Costa, M.S.S.M. (2009) - Alternativa para Substrato na Produção de Mudas de Cebola. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4, 2: 4016-4020.
- Maia, M.C.C.; Pedrosa, J.F.; Torres Filho, J.; Negreiros, M.Z. de e Bezerra Neto, F. (2000) - Características de qualidade de cebola múltipla durante armazenamento sob condição ambiental não controlada. *Revista Horticultura Brasileira*, 18,1: 61-64.
- Miguel, A.C.A. e Durigan, J.F. (2007) - Qualidade dos bolbos de cebola 'Superex' armazenados sob refrigeração, quando expostos à condição ambiente. *Revista Horticultura Brasileira*, 25: 301-305.
- Minolta Corp. (1994) - *Precise color communication: color control from feeling to instrumentation*. Ramsey, Minolta Corporation Instrument Systems Division, 49 p.
- Miranda, M.N.; Bilhalva, A.B. e Silveira Júnior, P. (1996) - Efeito da época de colheita e armazenamento na conservação de cebola (*Allium cepa* L.), cv. Petrolini. *Revista Brasileira de Agrociência*, 2, 3: 155-158.
- Neves Filho, L.C. (2002) - Carga térmica. In: Cortez, L.A.B.; Honorório, S.L. e Moretti, C.L. (Eds.) - *Resfriamento de frutas e hortaliças*. Campinas, UNICAMP/EMBRAPA, 123-139 p.
- Oliveira, V.R. e Boiteux, L.S. (2004) - Sistema de produção de cebola (*Allium cepa* L.). In: Basset, M. (ed.) - *Breeding Vegetable Crops*. Westport, AVI Publishing, 357-394 p.
- Randle, W.M. (1997) - Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity. *ACM Symposium Series*, 660: 41-42.
- Santos, R.F.A. e Araújo, M.T. (1993) - Conservação póscolheita da cebola "São Paulo". *Horticultura Brasileira*, 11, 1: 41-42.
- Schwimmer, S. e Weston, W.J. (1961) - Enzymatic desenvolvimento molecular de pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 9, 4: 301-304.
- Shünemann, A.P.; Treptow, R.; Leite, L.D. e Vendruscolo, J.L. (2006) - Pungência e características químicas em bolbos de genótipos de cebola (*Allium cepa* L.) cul-

- tivados no alto Vale do Itajaí, SC, Brasil.  
*Revista Brasileira de Agrociência*, 12, 1:  
77-80.
- Simão, S. (1969) - *Conservação da cebola*.  
Piracicaba, ESALQ, 235-242 p.
- Uddin, M.M. e MacTavish, H.S. (2003) -  
Controlled atmosphere and regular storage-induced changes in S-alk(en)yl-L-  
-cysteine sulfoxides and alliinase activity  
in onion bulbs (*Allium cepa* L. cv. Hysam).  
*Postharvest Biology and technology*, 28:  
239-245.
- Ward, G. e Nussinovitch, A. (1996) - Peel  
gloss as a potential indicator of banana  
ripeness. *Lebensmittel - Wissenschaft und-  
-Technologie*, 29: 289-294.